



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor/es

ARTURO ANDRÉS VALDEMOROS

Director/es

ALPHA VERÓNICA PERNÍA ESPINOZA y EDUARDO MARTÍNEZ DE PISÓN ASCACÍBAR ,

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2018-19



Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados, de ARTURO ANDRÉS VALDEMOROS
(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

**Diseño, optimización e implementación de
una estructura reciclable, eficiente y
económica para desplazados**

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Pernía Espinoza y

Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar

Logroño, agosto de 2019

Agradecimientos

A mis tutores, Alpha Pernía y Eduardo Martínez de Pisón, por guiarme durante la redacción de este proyecto y prestarme ayuda cuando lo he necesitado. Agradecer también a Ana González su ayuda durante el proyecto

Quiero agradecer el apoyo que he tenido durante toda mi vida académica por parte de mi familia. A mis abuelos que aun no pudiendo estar ya aquí estarían orgullosos.

A mi amigo Pablo Garijo por ayudarme hasta el final durante estos años de carrera. A Irene F. Garijo y Rocío García por aportarme documentación y aconsejarme en la redacción del proyecto.

Por último, todas las personas que me he encontrado durante estos años, tanto en Logroño, Sydney o Incheon y que han hecho que sea lo que soy hoy en día.

Resumen

Cuando ocurre una catástrofe natural o una situación bélica es necesario contar con estructuras que permitan gestionar la logística de apoyo a las personas afectadas. El papel de estas estructuras, además de ofrecer protección ante las inclemencias del tiempo, buscan ofrecer comodidad y seguridad. Por otro lado, las impresoras 3D de escritorio *open source* ofrecen la posibilidad de fabricar objetos a medida de una forma muy barata y prácticamente en cualquier parte del mundo. En este Trabajo Fin de Grado se ha diseñado una estructura estable, resistente a las inclemencias del tiempo y que es en su mayor parte reciclable. Para ello se emplean tubos de cartón o PVC y piezas de ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) inyectado o PLA (ácido poliláctico) impresas en 3D. Se realiza el diseño CAD de la estructura y se optimiza el diseño tanto de las piezas impresas empleando herramientas CAE y modelos MEF. Se consigue dimensionar 2 estructuras modulares que pueden ser construidas con tubos de PVC-U o cartón, y en las que la práctica totalidad de sus componentes son biodegradables o reciclables. Además, no es necesario el uso de ninguna herramienta lo que agiliza el montaje de las estructuras.

Palabras clave: Desplazados, desastres, emergencia, cartón, PVC, MEF, SOLIDWORKS, estructura reciclable.

Abstract

When a natural catastrophe or a war situation occurs, it is necessary to have structures that allow managing the logistics of support to the people affected. The role of these structures, in addition to offering protection from inclement weather, seeks to offer comfort and safety. On the other hand, 3D open source printers offer the possibility to manufacture custom objects in a very cheap way and practically anywhere in the world. In this Final Degree Project, a stable structure has been designed, resistant to inclement weather and that is mostly recyclable. For this, paper tubes or PVC pipes and injected ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) or PLA (polylactic acid) 3D printed parts are used. The CAD design of the structure is carried out and the design of the printed parts is optimized using CAE and FEM tools. It is possible to design 2 modular structures that can be built using PVC-U or cardboard tubes, and in which almost all of its components are biodegradable or recyclable. In addition, it is not necessary to use any tool which speeds up the assembly of the structures.

Keywords: Displaced people, disaster, emergency, paper, PVC, FEM, SOLIDWORKS, recyclable structure.

ÍNDICE GENERAL

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar

Índice

MEMORIA	15
1 OBJETO	19
2 ALCANCE	19
3 ANTECEDENTES	20
4 NORMAS Y REFERENCIAS	22
4.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	22
4.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO	24
4.3 BIBLIOGRAFÍA	24
5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	25
6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES	27
6.1 PÓRTICOS	27
6.2 UNIONES	29
6.3 TUBOS	32
6.4 CUBIERTA	34
7 RESULTADOS FINALES	36
8 PLANIFICACIÓN	37
9 ORDEN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOSN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	38
ANEXOS	39
1 ANEXO I: CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LOS PÓRTICOS	43
1.1 PROPIEDADES DE LOS TUBOS	44
1.2 MODELO 60	46
1.2.1 Determinación de la carga de nieve	46
1.2.2 Determinación de la carga de viento	47
1.2.3 Determinación de la carga del Modelo 60 de PVC	48
1.2.4 Determinación de la carga del Modelo 60 de cartón	49
1.3 MODELO 90	49
1.3.1 Determinación de la carga de nieve	49
1.3.2 Determinación de la carga de viento	50
1.3.3 Determinación de la carga del Modelo 90 de PVC	51
1.3.4 Determinación de la carga del Modelo 90 de cartón	52
1.4 CONCLUSIONES	52
2 ANEXO II: ANÁLIS DE TENSIONES EN LAS UNIONES	53
2.1 ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO B	53



2.2	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO C	58
2.2.1	Modelo 60	59
2.2.2	Modelo 90	61
2.3	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L1_60	63
2.4	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L1_90	65
2.5	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L2_60	67
2.6	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L2_90	70

PLANOS	73
---------------	-----------

1	MODELO 60	77
2	MODELO 90	79
3	LONA CUBIERTA	81
4	LONA FRONTAL M60	83
5	LONA FRONTAL M90	85
6	LONA TRASERA M60	87
7	LONA TRASERA M90	89
8	TB_PVC	91
9	TL1350_PVC	93
10	T1350_PVC	95
11	T1850_PVC	97
12	T1350_CTN	99
13	T1850_CTN	101
14	UNIÓN B	103
15	UNIÓN C	105
16	UNIÓN L1_60	107
17	UNIÓN L2_60	109
18	UNIÓN L1_90	111
19	UNIÓN L2_90	113

PLIEGO DE CONDICIONES	115
------------------------------	------------

1	DISPOSICIONES Y ABARQUE DEL PLIEGO DE CONDICIONES	119
1.1	OBJETIVO DEL PLIEGO	119
1.2	NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN	119
2	ESPCIFICACIONES	119
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	119
2.2	ESPECIFICACIONES DE LOS TUBOS	120
2.2.1	Materiales	120

2.2.2	Dimensiones	121
2.3	ESPECIFICACIONES DE LAS UNIONES	121
2.3.1	Materiales	121
2.3.2	Dimensiones	121
2.4	ESPECIFICACIONES DE LA LONA	121
2.4.1	Materiales	122
2.4.2	Dimensiones	122
3	CONDICIONES GENERALES	122
4	CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	122
5	CONDICIONES FACULTATIVAS	123
5.1	MODIFICACIONES	123
6	DISPOSICIÓN FINAL	123
MEDICIONES		125
<hr/>		
1	MEDICIONES	129
PRESUPUESTO		133
<hr/>		
1	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES	137
2	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA	137
3	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS TOTALES	137
4	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS	138
5	PRESUPUESTOS PARCIALES	142
6	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	146

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Corrimientos de tierra ocurridos en 2014 en la Prefectura de Hiroshima, Japón .	20
Ilustración 2 Una vista aérea del campamento de refugiados de Za'atri, que alberga a decenas de miles de sirios desplazados por el conflicto, cerca de Mafraq, Jordania.	20
Ilustración 3 Histórico de desplazados forzosamente a nivel mundial (Fuente: ACNUR)	21
Ilustración 4 Histórico de desplazados forzosos residiendo en España (Fuente: ACNUR)	21
Ilustración 5 Sistema de partición de cartón utilizado durante las inundaciones de 2018 que afectaron a la zona oeste de Japón.....	22
Ilustración 6 Tienda de emergencia de cartón diseñada para ACNUR en 1999	22
Ilustración 7 Recreación de la estructura de la tienda original por Shigeru Ban	27
Ilustración 8 Pórtico modelo 60	27
Ilustración 9 Pórtico modelo 90	28
Ilustración 10 Posible distribución de un dormitorio con dos filas de camas y armarios en el centro	28
Ilustración 11 Posible distribución de un hospital de campaña.....	29
Ilustración 12 Unión de la tienda diseñada para ACNUR por Shigeru Ban	29
Ilustración 13 Fabricación de mandriles de cartón (Fuente: Chicago Mailing Tube Co.).....	33
Ilustración 14 Máquina de producción de tuberías de PVC-U por extrusión	33
Ilustración 15 Tuberías de PVC-U de distintos diámetros (Fuente:Nitrawex)	33
Ilustración 16 Vivienda en Santiago de Chile protegida por envoltorio de tejido polimérico que incorpora bandas de aluminio diseñada por el estudio Frohn & Rojas	34
Ilustración 17 Esquema cerramientos cubierta	37
Ilustración 18 Arriba pórtico modelo 90 con uniones articuladas, abajo con uniones empotradas	43
Ilustración 19 Propiedades del PVC en Cespla	44
Ilustración 20 Propiedades del cartón en Cespla.....	44
Ilustración 21 Propiedades del tubo de PVC-U DN63-PN10 según norma UNE-EN 1456.....	45
Ilustración 22 Propiedades del tubo de cartón.....	45
Ilustración 23 Distribución de las cargas (kN/m) de nieve en el modelo 60.....	46
Ilustración 24 Distribución de las cargas (kN/m) de viento en el modelo 60	48
Ilustración 25 Distribución de las cargas (kN/m) de nieve en el modelo 90.....	50
Ilustración 26 Distribución de las cargas (kN/m) de viento en el modelo 90	51
Ilustración 27 Base "B"	53
Ilustración 28 Reacciones que ha de soportar la pieza B en las peores condiciones (Unidades: N y mm)	53

Índice de tablas

Tabla 1 Listado de uniones de los distintos modelos de pórticos.....	30
Tabla 2 Características fundamentales de las membranas y láminas utilizadas en arquitectura textil.....	35
Tabla 3 Situación de los nodos en los pórticos	43
Tabla 4 Presión producida por la acción del viento en el modelo 60	47
Tabla 5 Especificaciones materiales de los tubos de PVC	120
Tabla 6 Especificaciones materiales de los tubos de cartón	121
Tabla 7 Especificaciones materiales del ABS (Fuente SOLIDWORKS)	121
Tabla 8 Especificaciones materiales del PLA impreso (Letcher & Waytashek, 2014)	121
Tabla 9 Especificaciones materiales de la lona	122



MEMORIA

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar



Índice

1	OBJETO	19
2	ALCANCE	19
3	ANTECEDENTES	20
4	NORMAS Y REFERENCIAS	22
4.1	DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	22
4.2	PROGRAMAS DE CÁLCULO	24
4.4	BIBLIOGRAFÍA	24
5	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	25
6	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	27
6.1	PÓRTICOS	27
6.2	UNIONES	29
6.3	TUBOS	32
6.4	CUBIERTA	34
7	RESULTADOS FINALES	36
8	PLANIFICACIÓN	37
9	ORDEN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOSN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	38



1 OBJETO

El objeto principal de este proyecto es el de ofrecer una serie de soluciones estructurales inmediatas para situaciones en las que es necesario realojar a refugiados y desplazados con carácter de urgencia. Este tipo de estructuras han de caracterizarse por su rapidez de instalación ya que las primeras horas son determinantes en este tipo de situaciones.

El diseño de estas estructuras ha de ser modulable, con materiales comunes y de fácil acceso, además de ser de fácil transporte con tal de que puedan ser construida de forma inmediata tras un desastre. Además, ha de poder montarse con los menos recursos posibles, como electricidad.

Por consiguiente, se define el siguiente objetivo principal:

- Diseño de estructura estable y modulable compuesta de tubos.

Además, se definen los siguientes objetivos secundarios:

- La estructura ha de ser en su mayor parte reciclable y/o biodegradable.
- La estructura ha de ser modulable y permitir flexibilidad durante su uso.
- La estructura ha de utilizar durante su montaje el mínimo número de recursos y maquinaria.
- Diseño y optimización de uniones fabricadas mediante inyección en plástico usando modelos FEM.
- Creación de maqueta a escala de la estructura.
- Impresión de uniones mediante impresoras 3D.

El fin último de este proyecto es dar respuesta a los objetivos anteriormente expuestos

2 ALCANCE

El alcance de este proyecto abarca tanto el estudio del tipo de estructuras y materiales utilizados en infraestructuras para situaciones de emergencia como el cálculo y diseño de dos estructuras modulares para este fin. A la hora de diseñar las estructuras se ha tenido en cuenta una serie de cargas debidas a ciertas inclemencias meteorológicas específicas. Por tanto, estos diseños deben emplearse siempre respetando las hipótesis de carga calculadas en este documento. Por otra parte, en base a los resultados obtenidos, se definen y seleccionan los componentes adecuados para que las estructuras se comporten de forma correcta y eficiente. Por último, se ha descrito el montaje de cada una de las estructuras diseñadas y se ha realizado una estimación de sus costos.

3 ANTECEDENTES

Las construcciones de emergencia tienen una vital importancia ya que proporcionan las infraestructuras y el alojamiento necesario a personas que por factores externos han perdido su vivienda, sin embargo, si no disponen de un diseño adecuado que responda a las necesidades de los afectados, estas pueden ser un fracaso.



Ilustración 1 Corrimientos de tierra ocurridos en 2014 en la Prefectura de Hiroshima, Japón



Ilustración 2 Una vista aérea del campamento de refugiados de Za'atri, que alberga a decenas de miles de sirios desplazados por el conflicto, cerca de Mafraq, Jordania.

Se puede definir “desastre” como la “Situación en la que se necesita ayuda externa para aliviar, mitigar, socorrer, los efectos producidos (por una catástrofe), puesto que se supera la capacidad y posibilidad de respuesta del gobierno local para reestablecer la normalidad” (Abascal García). Estos desastres pueden estar provocados tanto por fenómenos naturales como por la acción del hombre.

Las construcciones en las fases iniciales tras un desastre son un “factor indispensable para la supervivencia”, deben garantizar la seguridad personal de los usuarios de estas, así como protegerles de las inclemencias climáticas (Movimiento Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2011).

Otras situaciones en las que gobiernos pueden verse obligados a construir comunidades en un espacio limitado de tiempo son cuando reciben flujos migratorios, ya sea por migrantes

económicos o refugiados, en las que las opciones de dotarles de infraestructuras estables se agotan y se ha de recurrir a infraestructuras temporales. Estas estructuras temporales pueden ser erigidas tanto por los propios gobiernos locales o por los mismos migrantes que ante la falta de techo se organicen y construyan este tipo de estructuras.

En las últimas décadas se ha experimentado un crecimiento de las personas que han de desplazarse forzosamente de sus hogares (Ilustración3) pasando de los 12 millones de personas en 1987 a más de 70 millones en 2017, habiéndose duplicado el número de desplazados desde 2012 (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, 2018).

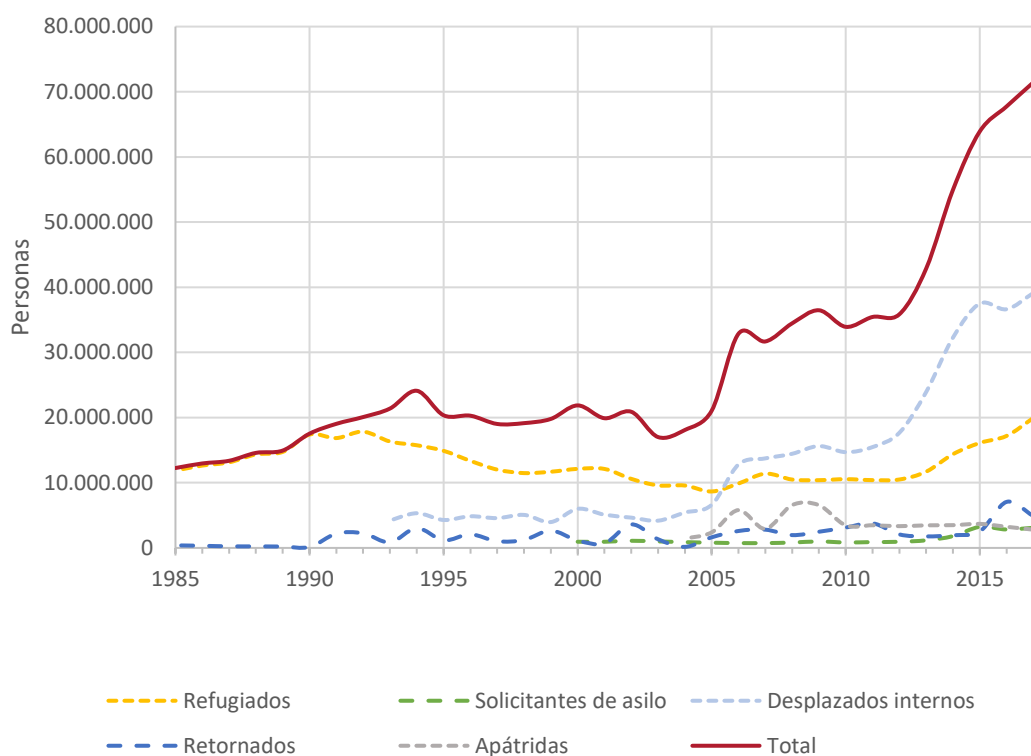


Ilustración 3 Histórico de desplazados forzosamente a nivel mundial (Fuente: ACNUR)

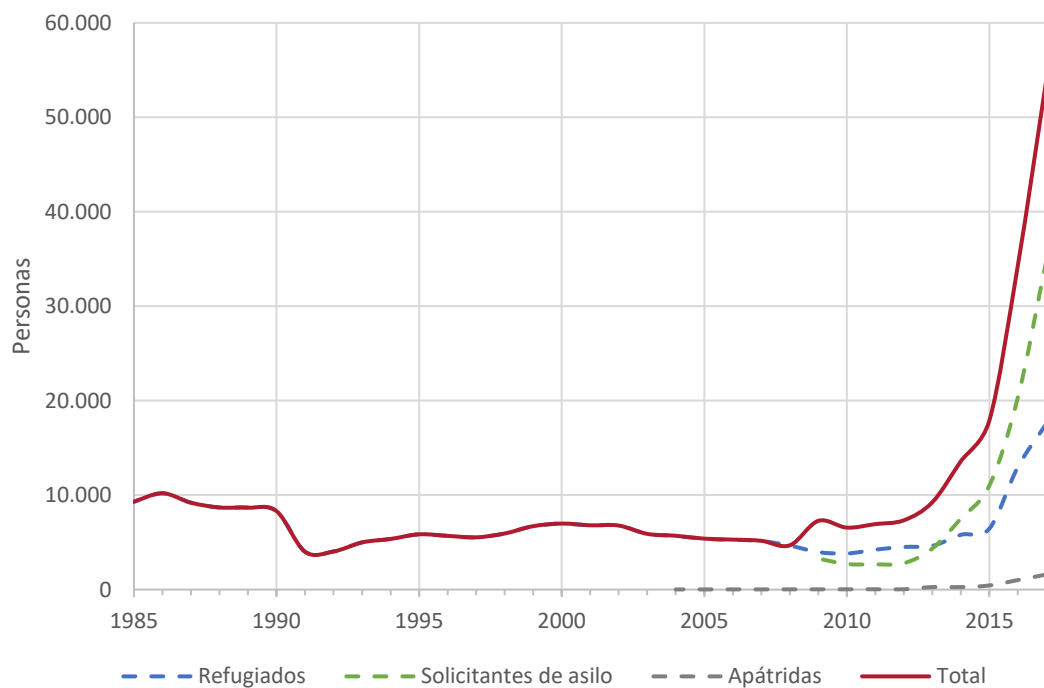


Ilustración 4 Histórico de desplazados forzosos residiendo en España (Fuente: ACNUR)



Ilustración 5 Sistema de partición de cartón utilizado durante las inundaciones de 2018 que afectaron a la zona oeste de Japón



Ilustración 6 Tienda de emergencia de cartón diseñada para ACNUR en 1999

En España este incremento ha sido exponencial (Ilustración 4), mientras que en 2012 residían unas 7.000 personas desplazadas en España esta cifra ha aumentado a más de 54.000 en 2017.

Este proyecto está inspirado en los trabajos del arquitecto japonés Shigeru Ban, Tokio 1957. Este arquitecto lleva desarrollando soluciones para mitigar los efectos de desastres desde 1999 cuando construyó una serie de tiendas de campaña en colaboración con ACNUR (detalle del proyecto en el Anexo I e imagen en la ilustración 6), destacan los sistemas de partición de cartón (Ilustración 5), donde generó “cubículos” para los desplazados mediante el uso de tubos de cartón y cortinas que le dotaban de más privacidad, así como los distintos refugios temporales para los afectados. Su obra se caracteriza por el uso de materiales reciclados como tubos de cartón, cajas de plástico o pallets entre otros.

El diseño desarrollado para este proyecto pretende ser una “evolución” de esa cabaña diseñada en 1999 con la intención de poder generar un espacio más amplio pudiendo diversificar el uso que se le da a la misma en situaciones de emergencia.

4 NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Legislación internacional

- **Resolución 70/1 de la Asamblea General de la ONU**, del 25 de septiembre de 2015, por la que se aprueba el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”.
- **Convenio marco de asistencia en materia de protección civil**, del 22 de mayo de 2000, firmado en Ginebra.
- **Resolución 45/158 de la Asamblea General de la ONU**, del 18 de diciembre de 1990, por la que se adopta la Convención internacional sobre la protección de los derechos de todos los trabajadores migratorios y de sus familiares.
- **Declaración de Cartagena**, del 22 de noviembre de 1984, firmada en Cartagena de Indias.

- **Resolución 2312 (XXII) de la Asamblea General de la ONU**, del 14 de diciembre de 1967, por la que se adopta la Declaración sobre el asilo territorial.
- **Protocolo sobre el Estatuto de los Refugiados**, del 31 de enero de 1967, firmado en Nueva York.
- **Estatuto de los Refugiados**, 28 de julio de 1951, adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios sobre el Estatuto de los Refugiados y de los Apátridas (Naciones Unidas) en Ginebra, convocada por la Asamblea General en su resolución 429 (V), del 14 de diciembre de 1950.
- **Resolución 217 A (III) de la Asamblea General de la ONU**, del 10 de diciembre de 1948, por la que se adopta y proclama la Declaración Universal de Derechos Humanos.

Legislación comunitaria

- **Decisión n ° 1313/2013/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, relativa a un Mecanismo de Protección Civil de la Unión Texto pertinente a efectos del EEE.

Legislación estatal

- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Normas

- **UNE-EN 1456:2002** Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).
- **UNE-EN ISO 1452-1:2010** Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades. (ISO 1452-1:2009)
- **UNE-EN ISO 1452-2:2010** Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos. (ISO 1452-2:2009)
- **UNE-ISO 1924-3:2008** Papel y cartón. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 3: Método con gradiente de alargamiento constante (100 mm/min).
- **UNE-ISO 11093-6:2017** Papel y cartón. Ensayo de mandriles. Parte 6: Determinación de la resistencia a la flexión por el método de los tres puntos.
- **UNE-ISO 11093-9:2011** Papel y cartón. Ensayos de mandriles. Parte 9: Determinación de la resistencia al aplastamiento en plano.
- **UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010** Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- **UNE 157001:2014** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico

4.2 Programas de cálculo

- **Cespla 7.3.0** Programa de cálculo de estructuras planas desarrollado por el Dr. Juan Tomás Celigüeta Lizarza para *tecnun* – Escuela Superior de Ingenieros de San Sebastián Universidad de Navarra.
- **Microsoft Excel** Programa de hojas de cálculo. Incluye fórmulas de cálculo, herramientas de representación gráfica y otras características.
- **SOLIDWORKS** Es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D

4.3 Bibliografía

Abascal García, E. (s.f.). Viviendas para situaciones de emergencia. Sistematización de un procedimiento para la actuación en situaciones de emergencia. Junta de Andalucía.

Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados. (2018). *Tendencias globales desplazamiento forzado 2017*. Ginebra.

AseTUB, PVC Foro Ibérico. (2010). *PVC y el agua. Sistemas de tuberías PVC*.

- Balairón Pérez, L. (2009). *Guía Técnica: Las tuberías plásticas en las obras hidráulicas*.
- Bank, L., & Gerhardt, T. (2016). Paperboard tubes in structural and construction engineering. *Nonconventional and Vernacular Construction Materials*, 453-480.
- Ito, K. (2014). Paper House. En M. Mc Quaid, *Shigueru Ban* (págs. 75-77). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América: Phaidon.
- Letcher, T., & Waytashek, M. (2014). Material property testing of 3D-printed specimen in PLA on an entry-level 3D printer. *Proceedings of the ASME 2014 International Mechanical Engineering Congress & Exposition*. Montreal.
- Movimiento Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2011). *Proyecto esfera. Carta Humanitaria y normas mínimas para respuesta humanitaria*. Rugby, Reino Unido: Practical Action Publishing.
- Tectónica. (Octubre de 2011). Presentación. Superficie tensa. *Tectónica*(36), 3.
- Tejera Parra, J. (Octubre de 2011). Construir con membranas. *Tectónica*(36), 4-19.
- Tokiwa, Y., Calabia, B. P., Ugwu, C. U., & Aiba, S. (26 de Agosto de 2009). Biodegradability of Plastics. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(9), 3722-3742. doi:10.3390/ijms10093722

5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **ABS** Acrilonitrilo butadieno estireno
- **ACNUR** Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados.
- **Apátrida** Se definen en el derecho internacional como personas que no son consideradas nacionales por ningún Estado en virtud de su legislación. En otras palabras, no poseen la nacionalidad de ningún Estado.
- **Desplazado interno** Persona o grupos de personas que se han visto obligadas a abandonar sus hogares o lugares de residencia habitual, en particular para evitar los efectos de conflictos armados, situaciones de violencia generalizada, violaciones de los derechos humanos o desastres naturales o provocados por el hombre, y que no han cruzado una frontera internacional.
- **ETFE** Etileno-TetraFluoroEtileno.
- **Lámina** Material textil compuesto de un solo material plástico en masa.
- **MEF** (Método de los elementos finitos) Método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy complejas.
- **Membrana** Material textil compuesto por una base de tejido, un recubrimiento plástico y un acabado.



- **PLA** Ácido poliláctico.
- **PTFE** Politetrafluoroetileno conocido comercialmente como teflón.
- **PVDF** Polifluoruro de vinilideno.
- **PVC** Policloruro de vinilo.
- **Refugiado** Individuo reconocidos en virtud de la Convención de 1951 sobre el Estatuto de los Refugiados; su Protocolo de 1967; la Convención de la OUA de 1969 sobre los aspectos específicos de los problemas de los refugiados en África y los reconocidos de acuerdo con el Estatuto del ACNUR.
- **Retornado** Persona que ha sido refugiado o desplazado interno y que han regresado a su lugar de origen de manera espontánea u organizada, pero aún no se ha integrado plenamente. Dicho retorno normalmente solo se llevaría a cabo en condiciones de seguridad y dignidad.
- **Solicitante de asilo** Individuo que ha buscado protección internacional y cuyas solicitudes de estatus de refugiado aún no se han determinado, independientemente de cuándo pueden haber sido presentadas.

6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

6.1 Pórticos

Las estructuras resultantes de este proyecto tratan de ser lo más flexible posibles a la hora de darles uso. Es por esto que la posibilidad de que fuesen modulares se presentó desde el principio del proceso de su diseño.

La estructura original se presentaba como cinco pórticos de cuatro barras unidos por tubos longitudinalmente (Ilustración 7):

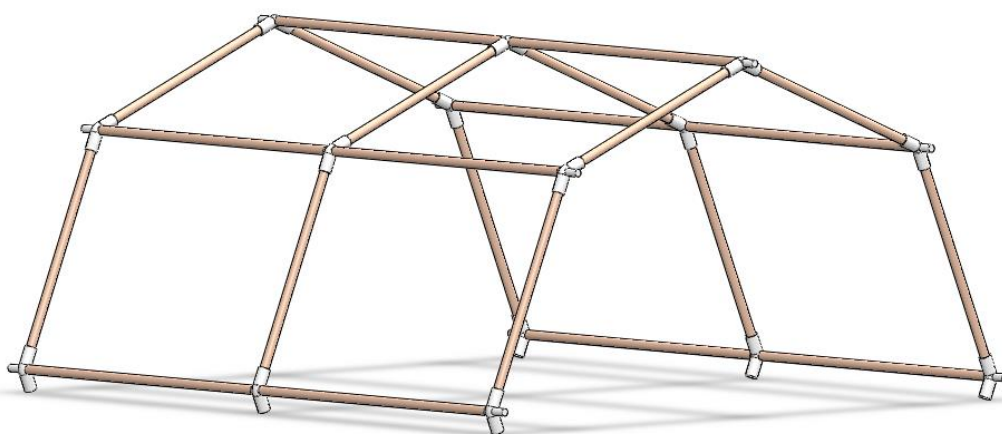


Ilustración 7 Recreación de la estructura de la tienda original por Shigueru Ban

Tomando como base esta estructura y una técnica de unión entre tubos similar, permitiendo un montaje rápido y sin apenas herramientas auxiliares, se diseñan dos nuevos modelos de pórticos (Ilustración 8 e Ilustración 9).. Estos pórticos siguen permitiendo erigirlos con la simple ayuda de una escalera y manteniendo además las uniones por encaje.

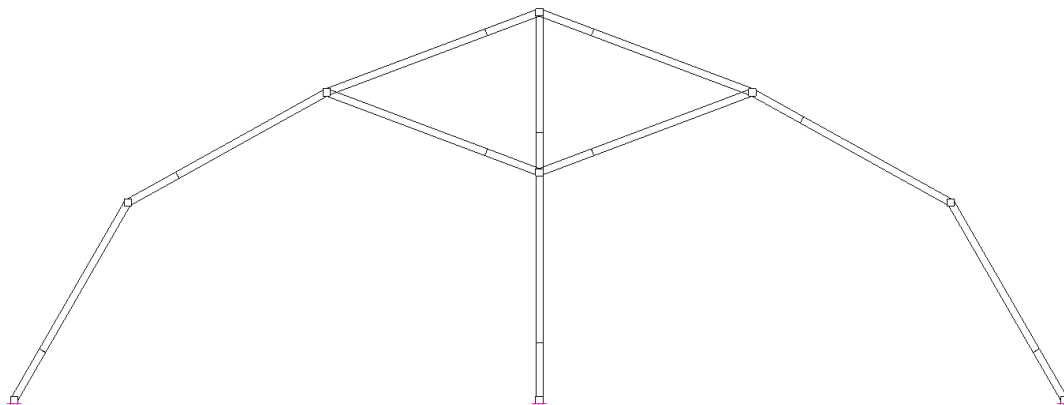


Ilustración 8 Pórtico modelo 60

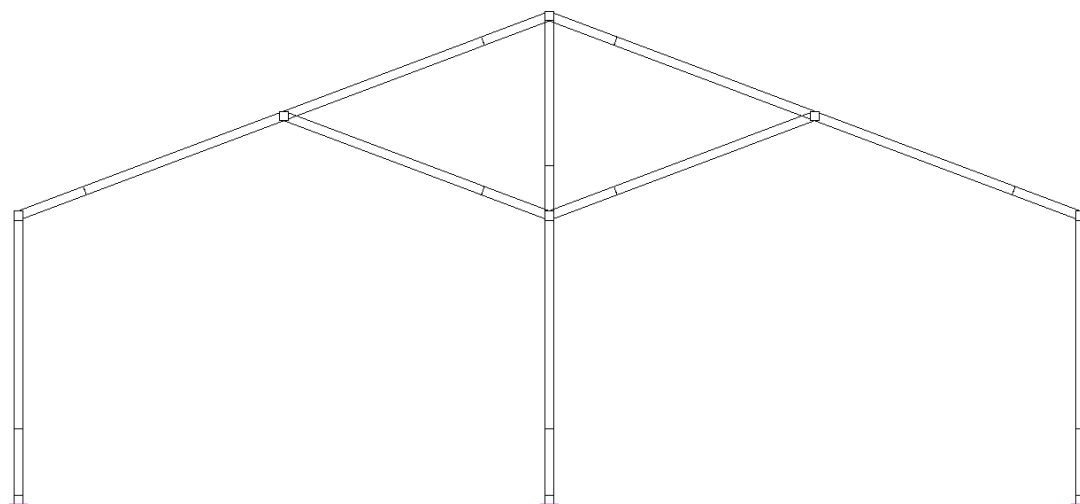


Ilustración 9 Pórtico modelo 90

Ambos modelos tienen una altura de 3,15 m diferenciándose en la anchura, teniendo el modelo 90 una anchura total de 6,90 m y el modelo 60 una anchura total de 8,54 m. Los pórticos se conectan mediante tubos de 1,30 m, con tal de reducir el número de medias para los tubos y aprovechar las medidas del tubo corto de la columna central, para formar la estructura de la tienda.

Estas dimensiones ofrecen una amplia variedad de distribuciones y usos de estas estructuras de emergencia, desde dormitorios a hospitales de campaña. A continuación, se muestra dos posibles distribuciones de los espacios.

Una habitación formada por 12 camas de 90x120 cm y dos taquillas de 400x50x185 cm

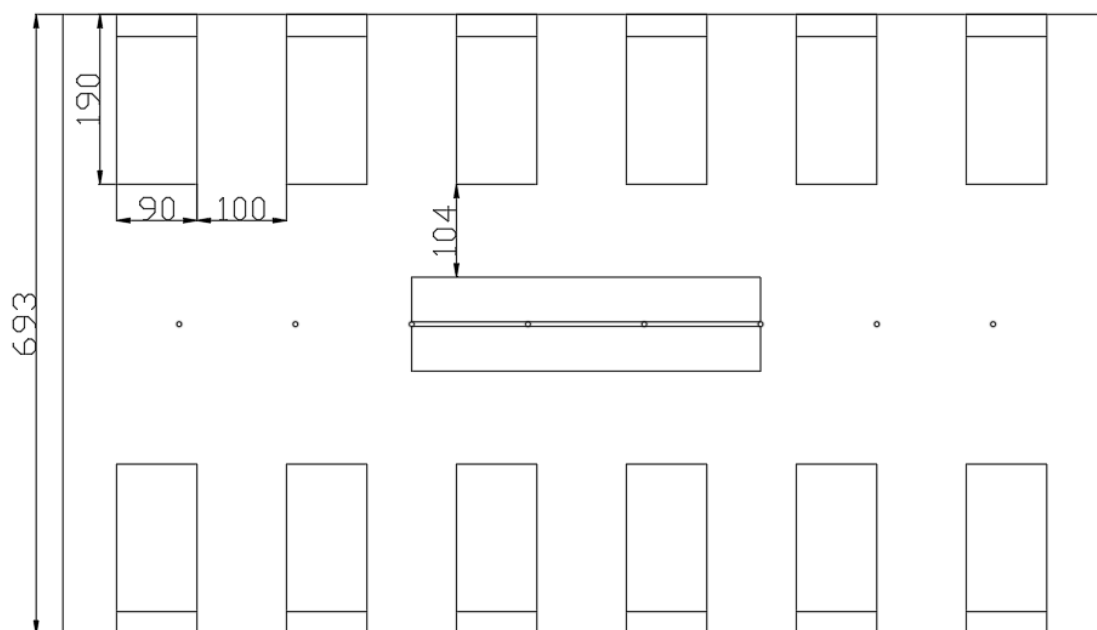


Ilustración 10 Posible distribución de un dormitorio con dos filas de camas y armarios en el centro

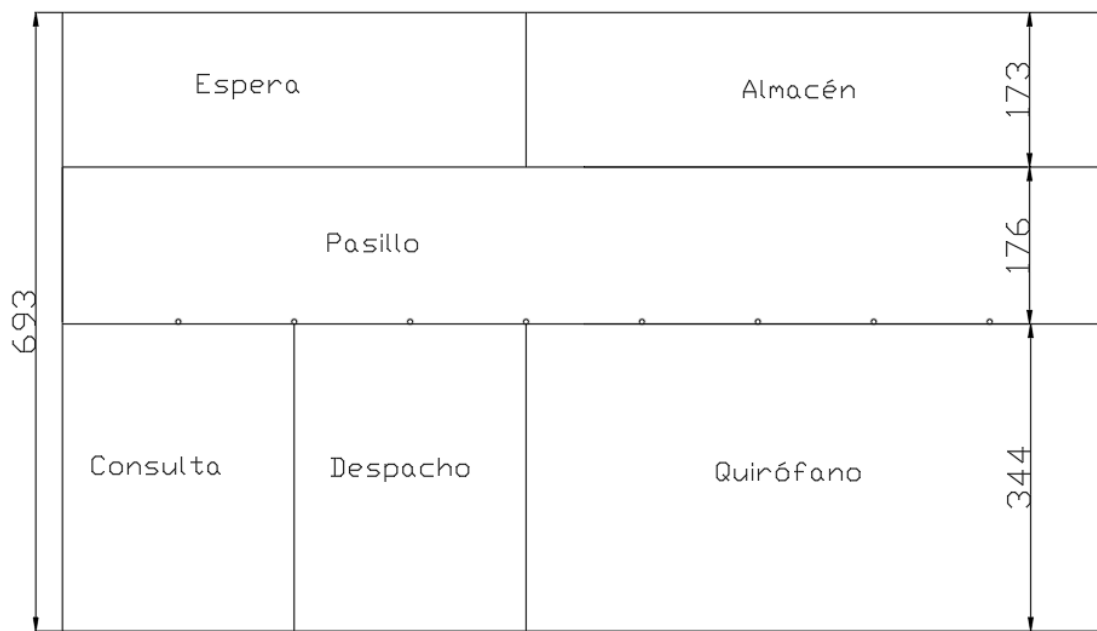


Ilustración 11 Posible distribución de un hospital de campaña

Debido al diseño que permite un espacio interior muy diáfano y con una altura considerable en la práctica totalidad de la estructura permite dotarla de una gran flexibilidad a la hora de distribuir estancias en el interior.

6.2 Uniones

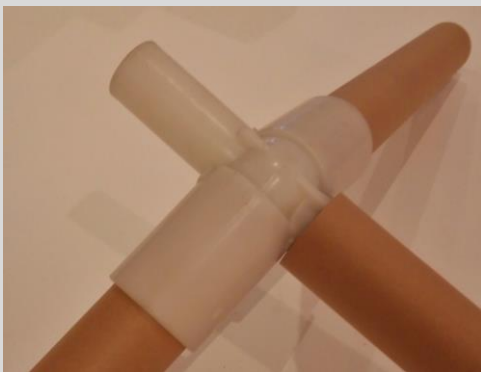


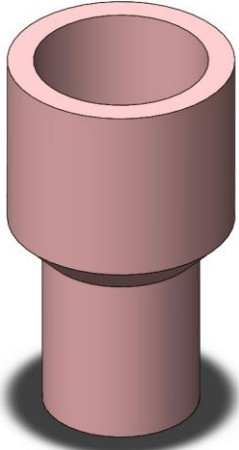
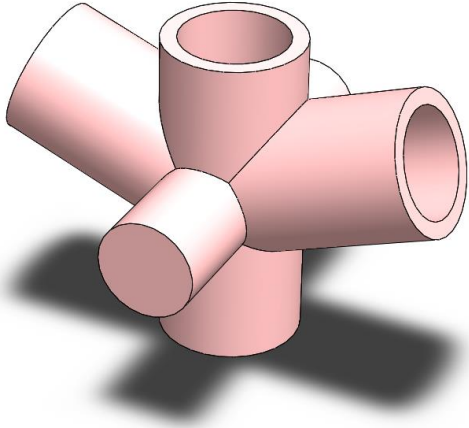
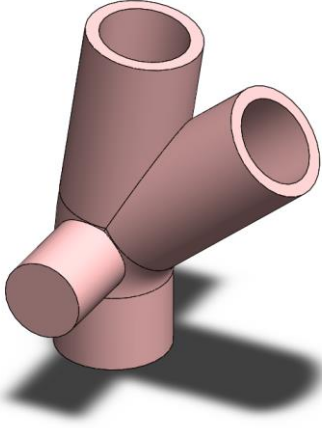
Ilustración 12 Unión de la tienda diseñada para ACNUR por Shigeru Ban

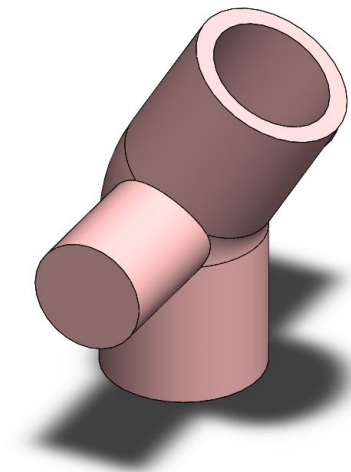
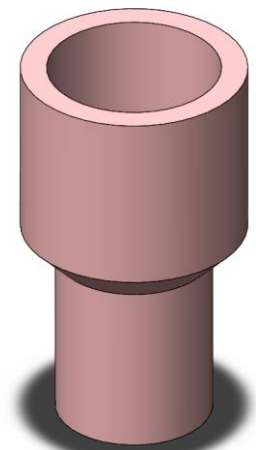
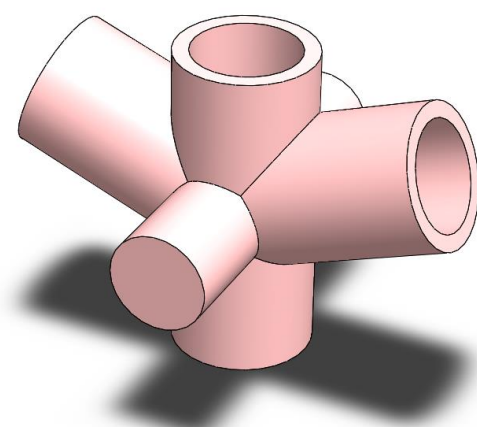
Con el objetivo de facilitar el montaje de la estructura se diseñan uniones a encaje lo que permite su reutilización y evita el uso de tornillos u otros elementos de unión, así como herramientas auxiliares como taladros o equipos de soldadura. Tomando como referencia las uniones que diseñó el arquitecto Shigeru Ban para su tienda (Ito, 2014) en las que los tubos van machihembrados a una pieza de plástico (Ilustración 12) se plantean varios diseños.

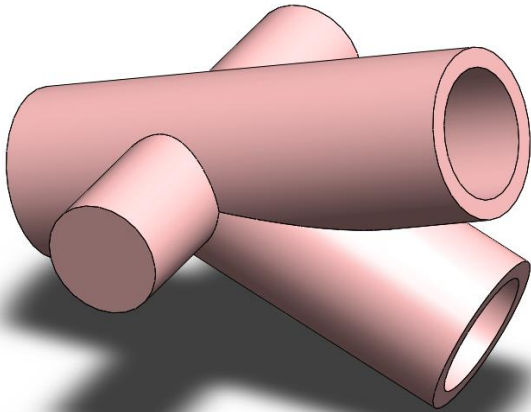
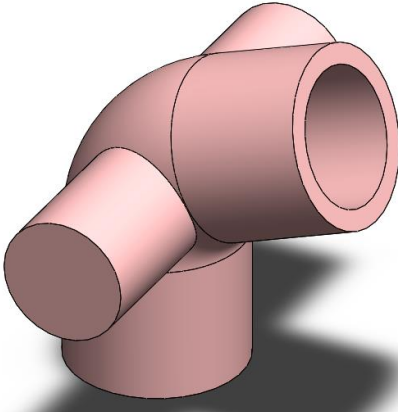
Cada pórtico se compone 9 uniones en total conseguidas mediante 4 modelos diferentes de pieza. Los dos modelos de pórtico comparten 2 modelos de unión, los de las piezas de la base, que sirven como unión al suelo y las del pilar central.

Así cada modelo de pórtico se compondrá de las siguientes uniones:

Tabla 1 Listado de uniones de los distintos modelos de pórticos

Nombre (Cod.)		Cantidad	Imagen
Modelo 60	Base (B)	3	
	Unión central (C)	2	
	Lateral 1 (L1_60)	2	

	Nombre (Cod.)	Cantidad	Imagen
Modelo 60	Lateral 2 (L2_60)	2	
	Base (B)	3	
Modelo 90	Unión central (C)	2	

Nombre (Cod.)		Cantidad	Imagen
Modelo 90	Lateral 1 (L1_90)	2	
	Lateral 2 (L2_90)	2	

Inicialmente todas estas piezas han de realizarse por plástico inyectado (ABS), pero también es posible realizarlas mediante impresión 3D usando PLA como material. De esta forma si alguna de las piezas originales sufriera algún tipo de desperfecto sería posible imprimirlas *in situ*. Además, el PLA está compuesto ácido láctico que puede producirse por procesos de fermentación biotecnológica usando productos agrícolas y microorganismos y por este motivo este tipo de plástico es biodegradable (Tokiwa, Calabia, Ugwu, & Aiba, 2009). Esta es la opción que se ha fabricado en este TFG: piezas impresas en 3D empleando PLA.

6.3 Tubos

Para la estructura diseñada se proponen dos materiales que debido a su uso extendido en los sectores de la industria y construcción facilitan el acopio de los mismos en situaciones de emergencia. Los materiales elegidos son tuberías de PVC y mandriles de cartón.

Los tubos de papel en espiral se fabrican utilizando un proceso en el que unos cinturones tiran de las capas de papel sobre un mandril de bobinado estacionario para formar un tubo continuo.

El movimiento de las capas de papel a través del proceso es más bien complejo, pero puede entenderse fácilmente a partir de la ilustración 13. La capa que entra por la izquierda de la imagen entra en contacto directo con la superficie exterior del mandril y se convierte en el diámetro interior del tubo de papel. La capa posterior (desde el interior) se forma a partir de la capa más alta que ingresa al mandril desde la izquierda. Las capas posteriores que se mueven por la red forman las capas secuenciales en la pared del tubo. Finalmente, las capas que forman la superficie exterior del tubo se pueden ver entrando desde la derecha.

Este puede ser un proceso de alta velocidad ya que son posibles velocidades de banda de hasta 160 m/min. La velocidad de producción del tubo depende del ángulo del viento, pero para una velocidad de banda de 160 m/min, la velocidad de producción es de aproximadamente 75 m/min para un núcleo típico de diámetro interno (ID) de 76 mm. Este es un proceso versátil, ya que los tubos se pueden fabricar con mandriles que varían de 20 a 1600 mm de diámetro y se utilizan de 2 a 40 capas de papel (Bank & Gerhardt, 2016).

Las tuberías compactas de PVC-U son las obtenidas por el proceso de extrusión consistente en hacer pasar la mezcla de resina de PVC y aditivos debidamente acondicionada, caliente y, por lo tanto, moldeable a través de una boquilla con sección anular.

Tras obtener unas dimensiones adecuadas en la unidad de calibrado el perfil o el tubo pasan por una unidad de enfriamiento. El movimiento de salida del perfil o del tubo de la extrusora se ayuda con el tiro, que aplica una tensión o estiraje constante al material para que esté siempre en movimiento. Por último, dependiendo de la flexibilidad del producto, una unidad de corte o de enrollado prepara el producto para su distribución.



Ilustración 13 Fabricación de mandriles de cartón (Fuente: Chicago Mailing Tube Co.)



Ilustración 14 Máquina de producción de tuberías de PVC-U por extrusión



Ilustración 15 Tuberías de PVC-U de distintos diámetros (Fuente: Nitrawex)

La pared del tubo resultante tiene un espesor homogéneo en toda su sección anular, completamente llena y compacta.

Los tubos de PVC-U de pared compacta son ampliamente utilizados en una gran cantidad de aplicaciones para el transporte de agua en el ámbito de la obra civil, básicamente las siguientes (Balairón Pérez, 2009):

- Abastecimiento de agua potable
- Saneamiento (por gravedad o bajo presión hidráulica interior)
- Regadío
- Reutilización de aguas residuales
- Drenaje profundo de carreteras u otras infraestructuras

Se ha tenido en cuenta las tuberías de PVC ya que los tubos de PVC pueden ser recogidos y fácilmente reciclados al final de su vida útil para ser utilizados en la fabricación de nuevos tubos u otros productos. Su fabricación y transformación consumen menos recursos agotables y energía, al igual que supone en su utilización un ahorro energético y un menor nivel de emisiones de CO₂ que materiales alternativos. Además, el material reciclado mantiene sus propiedades a lo largo de sus vidas sucesivas teniendo (AseTUB, PVC Foro Ibérico, 2010).

6.4 Cubierta

Se plantea una cubrición de la tienda por medio de un conjunto de lonas dispuestas de tal manera que aislen el interior de la tienda de agentes exteriores como viento y lluvia. Este tipo de cubriciones textiles permiten asegurar la mayor eficiencia estructural debido a su ligereza, consiguiendo llegar a unos espesores que ningún otro material puede ofrecer. Aunque la ligereza y eficiencia caracterizan a este tipo de cubriciones, también presentan problemas por



Ilustración 16 Vivienda en Santiago de Chile protegida por envoltorio de tejido polimérico que incorpora bandas de aluminio diseñada por el estudio Frohn & Rojas

su reducido espesor y puede presentar limitadas prestaciones térmicas y llegar a ser un material fácil de agredir. (Tectónica, 2011)

Se valora este material como el más idóneo debido a su facilidad de transporte, instalación y bajo precio.

A la hora de elegir el material se ha tenido en cuenta sobre todo tres factores determinantes el precio, su disponibilidad en el mercado y su reciclabilidad. El coste, en este caso, va fuertemente ligado a la durabilidad de los materiales, estas estructuras al no pretender ser permanentes, su durabilidad no es, por tanto,

condición *sine qua non*. En España se han empleado sobre todo las membranas de tejido de poliéster recubierto con PVC y son las más comunes en el mercado. A continuación, se presenta una lista con las características de los materiales textiles usados más frecuentemente:

Tabla 2 Características fundamentales de las membranas y láminas utilizadas en arquitectura textil

	Tejido	Recubrimiento	Características
Membranas	HDPE (polietileno de alta densidad)	LDPE (polietileno de baja densidad)	Baja resistencia a tracción (uso general en bastidores prefabricados) y a rayos UV. Bajo coste de material y de fabricación de membranas. Buena resistencia al ensuciamiento. Durabilidad 7 a 10 años. Reciclable.
	Poliéster	PVC	Material estándar en arquitectura textil. Resiste el doblado en instalaciones temporales. Estabilidad media a rayos UV. Fácil de confeccionar e instalar. Su elasticidad permite absorber ligeros desajustes de fabricación. Translucidez de hasta un 40%. Requiere acabado protector de PVC y antiadherente (PVDF o acrílico, los acabados de PTFE y silicona no son aplicables por el bajo punto de fusión del poliéster). Uniones por alta frecuencia. Coste moderado. Durabilidad hasta 20 años. Reciclable
	Fibra de vidrio	PTFE	Alta resistencia al fuego, al ensuciamiento y a los rayos UV. Translucidez hasta el 20%. Su baja elasticidad requiere precisión en cálculo y patronaje, y evitar daños por doblado. Uniones térmicas. Coste elevado. No reciclable
		Silicona	Menor resistencia al ensuciamiento que con recubrimiento de PTFE y mayor flexibilidad y resistencia a daños por doblado. Bloquea los rayos UV-B y UV-C dañinos y deja pasar los UV-A esenciales para las plantas. Translucidez hasta 40%. Uniones por vulcanización. Su combustión no produce gases tóxicos. Durabilidad >20 años. Coste moderado. No reciclable
	PVDF	PVDF (impermeabilización) o sin recubrimiento	Alta durabilidad, resistencia al fuego, a los rayos UV y antiadherencia. Translucidez hasta 90%. Su gran elasticidad limita el uso a aplicaciones interiores. Coste elevado. Alta durabilidad (>25 años). Reciclable.
	PTFE (Teflón)	PTFE (impermeabilización) o sin recubrimiento	Alta resistencia al fuego y rayos UV. Resiste el doblado en cubiertas plegables. Uniones por puntadas. Translucidez hasta 40%. Coste elevado. Reciclable.
Láminas	Polímero		Características
	ETFE		Transparencia y antiadherencia. Resistencia y t translucidez a rayos UV e IR (calentamiento por efecto invernadero). Baja resistencia a la tracción. Uso general en cubiertas de cojines neumáticos de tamaño moderado, con maquinaria de presurización continua. Uniones por puntadas. Coste muy elevado. Alta durabilidad (>25 años). Reciclable.
	PVC		Baja resistencia a la tracción. Muy alta elasticidad, adaptable a geometrías complejas, aunque inapropiado para instalaciones permanentes al exterior. Translucidez de hasta 90%. Coste bajo. Baja reciclabilidad.

La resistencia al fuego de todos los materiales textiles se encuentra armonizado a nivel europeo en un solo código (Euroclases) que consta de tres dígitos: El primero corresponde a la combustibilidad del material, el segundo al grado de opacidad del humo y el tercero el goteo de material en caso de incendio. El Código Técnico de la Edificación establece que se ha de aplicar la Euroclase M2 para cubiertas textiles.

La instalación de este tipo de cubiertas ha de realizarse con cuidado de no dañar la membrana. Esta debe llegar perfectamente protegida y plegada de forma específica para cada material con

tal de evitar que se dañe por los pliegues. El día del izado no debe realizarse en días con nieve, lluvia intensa o viento superiores a 15 km/h o ráfagas superiores a 30 km/h. Las cubiertas han de izarse y asegurarse en el mismo día por motivos de seguridad (Tejera Parra, 2011).

7 RESULTADOS FINALES

En un principio, la nueva estructura quería mantener las dimensiones de los tubos iguales a las diseñadas por Shigueru Ban en 1997, pero debido al aumento del tamaño de la misma no ha sido posible y, por tanto, los materiales no son intercambiables. Si que ha podido conservar la misma la idea original del diseño del arquitecto japonés en la que se han mantenido uniones de plástico y tubos de cartón, añadiendo, además, tubos de PVC.

La estructura como se ha indicado anteriormente destaca por su facilidad de ensamblaje, el uso de materiales comunes y reciclables, así como su flexibilidad lo que suponen grandes ventajas a la hora de afrontar el realojo y la instalación de infraestructura necesarios durante situaciones de emergencia.

Como se comprueba en el Anexo I los dos modelos, tanto el modelo 60, como el 90, son compatibles con los tubos de cartón y PVC. Pudiéndose construir todos ellos en lugares con altitudes menores a 1.200 m (cargas de nieve) y donde se produzcan rachas de viento menores de 100 km/h.

En el caso de las uniones estudiado en el Anexo II de este proyecto se comprueba que las mismas son viables tanto para su producción mediante inyección de ABS (este deberá ser el método de fabricación en masa preferente, debido a su velocidad y coste reducido) o mediante la fabricación aditiva por impresión 3D con PLA (indicada para casos de reparación de uniones en estructuras existentes).

Buscando la facilidad de ensamblaje de la estructura y la lona se ha evitado la utilización de cualquier unión rígida entre las partes que la componen. Los tubos y las uniones se unen ensamblan mediante un machihembrado mientras que la lona se asegura a las uniones mediante cuerdas y entre las distintas lonas va sellada por un velcro y una cremallera.

A continuación, se muestra una sección de como se ejecutaría el cerramiento de una tienda de un solo módulo. La parte izquierda se corresponde con la fachada trasera, la central se corresponde a la lona de cubierta y la de la derecha a la frontal. En azul el cerramiento por cremallera y en rojo el de velcro. De esta forma se permite poner tantas lonas de cubierta como módulos tenga la tienda instalada.

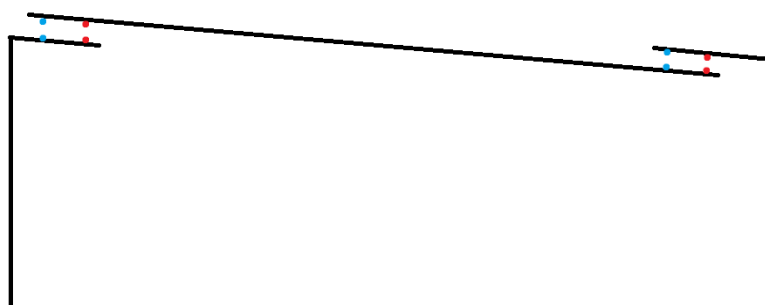


Ilustración 17 Esquema cerramientos cubierta

Su distribución se hará mediante dos tipos de lotes: los anterior/posterior y los centrales. Los anterior/posterior contarán con las piezas necesarias para construir un pórtico y dos lonas que servirán de fachada anterior y posterior. Los centrales irán equipados con una lona que servirá de techo, dos pórticos y dos conjuntos de barras transversales. Este tipo de distribución permite aumentar la flexibilidad de la estructura al poder dotarla de tantos módulos centrales como sea necesario.

La unión de la estructura al suelo se hace mediante “estacas” de PVC que se anclan en el suelo y que permiten fijar la estructura al firme.

Con este proyecto se ha conseguido cumplir con todos los objetivos propuestos en el inicio:

- Diseño de cuatro estructuras estable y modulable compuesta de tubos.

Además, se definen los siguientes objetivos secundarios:

- La estructura es en su mayor parte reciclable y/o biodegradable.
- La estructura es modulable y permite flexibilidad durante su uso.
- La estructura utiliza durante su montaje el mínimo número de recursos y maquinaria.
- Se ha diseñado y optimizado las uniones fabricadas mediante inyección en plástico usando modelos FEM.
- Se ha fabricado una maqueta a escala de la estructura.
- Se han impreso uniones mediante impresoras 3D.

8 PLANIFICACIÓN

Para el levantamiento de la estructura en el terreno han de seguirse los siguientes pasos:

- Replanteo de la localización.
- Colocación de piezas base.
- Montaje de columna central en suelo.



- Colocación de columnas laterales sobre las bases.
- Levantamiento a de la columna y colocación sobre la base.
- Unión de la columna central a las columnas laterales mediante los tubos intermedios.
- Levantamiento de resto de pórticos
- Colocación de la lona de cubrición.
- Unión de las lonas mediante el sistema de velcro y cremallera.

9 ORDEN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOSN DE PROPIEDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

De acuerdo con la UNE 157001:2014 la prioridad de los documentos de este proyecto en caso de que exista cualquier tipo de discrepancias entre los mismos será:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

En Logroño a 31 de agosto de 2019

El estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica:

Fdo.: Arturo Andrés Valdemoros

ANEXOS

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar



Índice

1	ANEXO I: CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LOS PÓRTICOS	43
1.1	PROPIEDADES DE LOS TUBOS	44
1.2	MODELO 60	46
1.2.1	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE NIEVE	46
1.2.2	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE VIENTO	47
1.2.3	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 60 DE PVC	48
1.2.4	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 60 DE CARTÓN	49
1.3	MODELO 90	49
1.3.1	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE NIEVE	49
1.3.2	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE VIENTO	50
1.3.3	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 90 DE PVC	51
1.3.4	DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 90 DE CARTÓN	52
1.4	CONCLUSIONES	52
2	ANEXO I: CÁLCULO DE TENSIONES EN LAS UNIONES	53
2.1	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO B	53
2.2	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO C	58
2.2.1	MODELO 60	59
2.2.1	MODELO 90	61
2.3	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L1_60	63
2.1	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L1_90	65
2.1	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L2_60	67
2.1	ANÁLISIS DE LA UNIÓN TIPO L2_90	69



1 ANEXO I: CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LOS PÓRTICOS

Para el cálculo de los esfuerzos de a los que se han sometido los pórticos se ha utilizado el programa Cespla 7.3.0. Este programa permite el cálculo de esfuerzo en estructuras planas. Primero se han introducido las coordenadas de los diferentes nodos en el programa:

Tabla 3 Situación de los nodos en los pórticos

Nodos	Modelo 60 (X; Y; mm)	Modelo 90 (X, Y; mm)
Nodo 1	0,0; 0,0	0,0; 0,0
Nodo 2	0,0; 1.850,0	0,0; 1.850,0
Nodo 3	0,0; 3.150,0	0,0; 3.150,0
Nodo 4	-4.274,6; 0,0	-3.464,1; 0,0
Nodo 5	-3.349,6; 1.602,1	-3.464,1; 1.850,0
Nodo 6	-1.732,1; 2.500,0	-1.732,1; 2.500,0
Nodo 7	1.732,1; 2.500,0	1.732,1; 2.500,0
Nodo 8	3.349,6; 1.602,1	3.464,1; 1.850,0
Nodo 9	4.274,6; 0,0	3.464,1; 0,0

Una vez colocados se establecen las condiciones de contorno, en este caso se estudian dos condiciones para cada modelo, uno con uniones empotradas y otro con uniones articuladas. Se estudian estas dos condiciones ya que al ser una estructura compuesta por uniones encajadas y en las que existe una cierta holgura entre las piezas no es un caso ideal de unión empotrada.

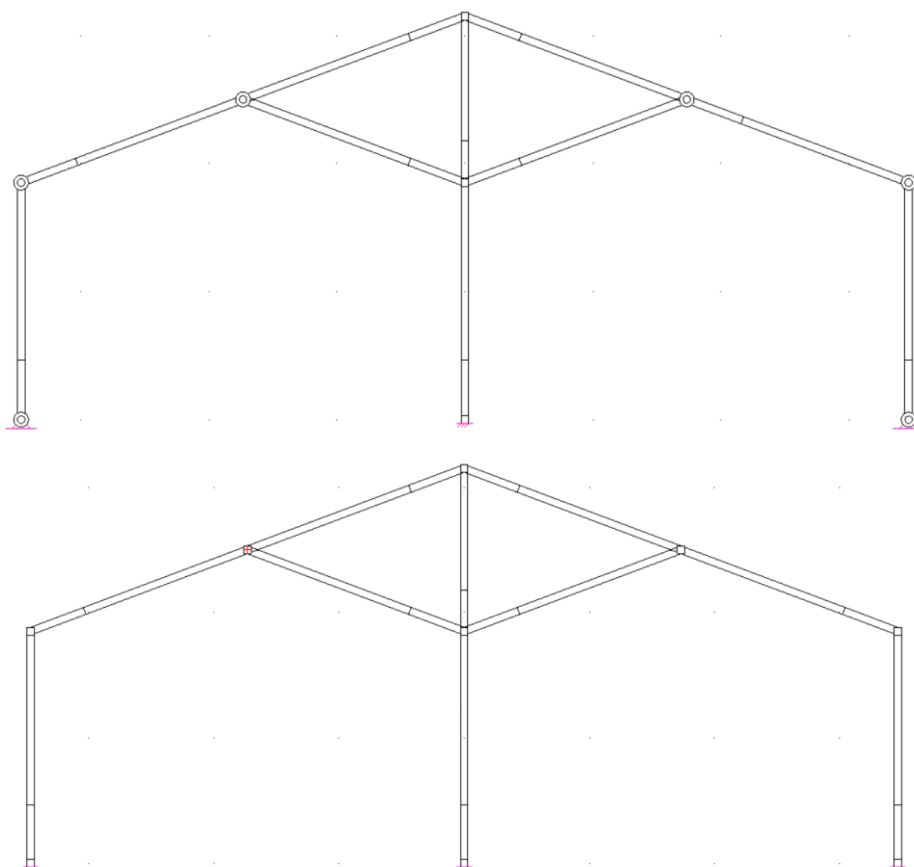


Ilustración 18 Arriba pórtico modelo 90 con uniones articuladas, abajo con uniones empotradas

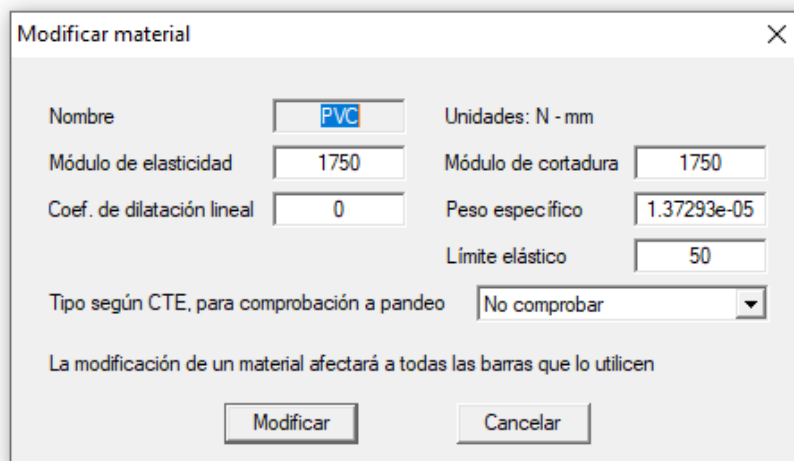
A continuación, se detalla el cálculo de esfuerzos a los que son sometidos cada modelo de pórtico por las acciones en la estructura.

1.1 Propiedades de los tubos

Se utilizan tres tubos tipos de tubos y dos materiales para la construcción de estos pórticos. Los tubos de cartón tienen un diámetro exterior de 63 mm y un espesor de 8,9 mm, mientras que de PVC se utilizan dos tipos de tubos, tubos DN63-PN10 (diámetro exterior de 63 mm y espesor de 3 mm) y tubos DN50-PN10 (diámetro exterior de 50 mm y espesor de 2,4 mm).

Las propiedades mecánicas de los tubos se han obtenido de la literatura, específicamente de las referencias que se indican a continuación. Estas especificaciones se introducen en el programa Cespla 7.3.0 de la siguiente forma:

Propiedades del material PVC (Balairón Pérez, 2009):



The screenshot shows the 'Modificar material' dialog box with the following fields and values:

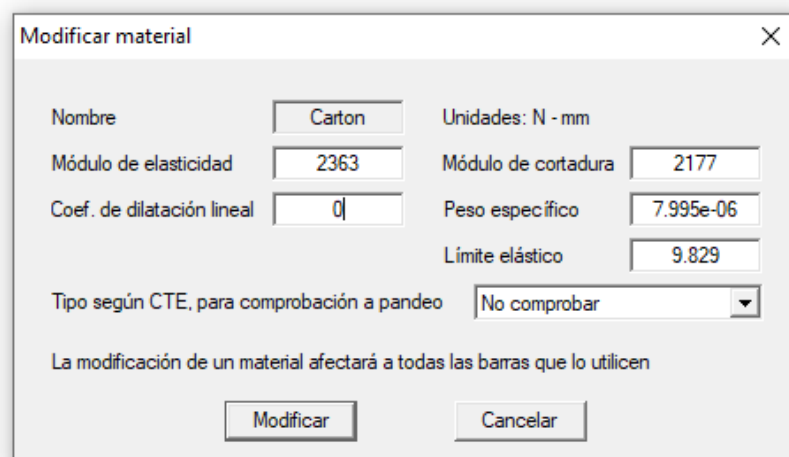
Nombre	Unidades: N - mm
PVC	
Módulo de elasticidad	1750
Módulo de cortadura	1750
Coef. de dilatación lineal	0
Peso específico	1.37293e-05
Límite elástico	50
Tipo según CTE, para comprobación a pandeo	No comprobar

La modificación de un material afectará a todas las barras que lo utilicen

Buttons: Modificar, Cancelar

Ilustración 19 Propiedades del PVC en Cespla

Propiedades del material PVC cartón (Ito, 2014):



The screenshot shows the 'Modificar material' dialog box with the following fields and values:

Nombre	Unidades: N - mm
Carton	
Módulo de elasticidad	2363
Módulo de cortadura	2177
Coef. de dilatación lineal	0
Peso específico	7.995e-06
Límite elástico	9.829
Tipo según CTE, para comprobación a pandeo	No comprobar

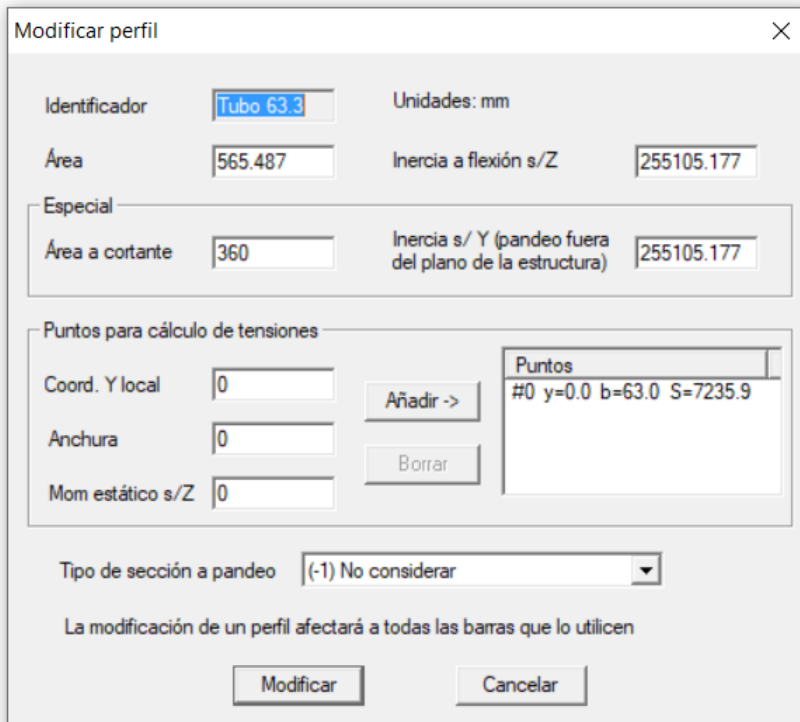
La modificación de un material afectará a todas las barras que lo utilicen

Buttons: Modificar, Cancelar

Ilustración 20 Propiedades del cartón en Cespla

En el caso de los perfiles solo se analizan el tubo de PVC DN63-PN10 y el de cartón, que son los que componen los distinto pórticos.

Se introducen los datos de la siguiente manera en el programa:



Modificar perfil

Identificador: Unidades: mm

Área: Inercia a flexión s/Z:

Especial

Área a cortante: Inercia s/ Y (pandeo fuera del plano de la estructura):

Puntos para cálculo de tensiones

Coord. Y local: Añadir ->

Anchura: Borrar

Mom estático s/Z:

Puntos

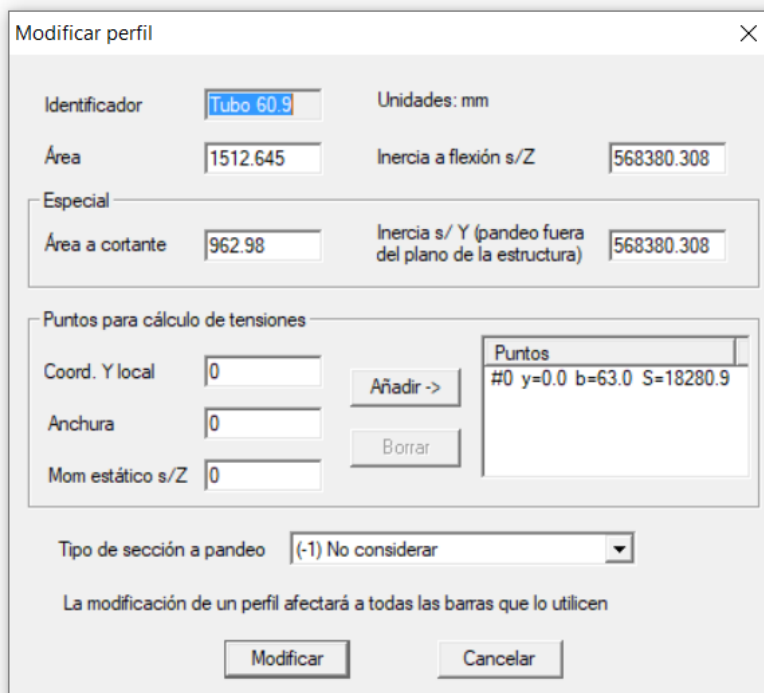
#0 y=0.0 b=63.0 S=7235.9

Tipo de sección a pandeo:

La modificación de un perfil afectará a todas las barras que lo utilicen

Modificar Cancelar

Ilustración 21 Propiedades del tubo de PVC-U DN63-PN10 según norma UNE-EN 1456



Modificar perfil

Identificador: Unidades: mm

Área: Inercia a flexión s/Z:

Especial

Área a cortante: Inercia s/ Y (pandeo fuera del plano de la estructura):

Puntos para cálculo de tensiones

Coord. Y local: Añadir ->

Anchura: Borrar

Mom estático s/Z:

Puntos

#0 y=0.0 b=63.0 S=18280.9

Tipo de sección a pandeo:

La modificación de un perfil afectará a todas las barras que lo utilicen

Modificar Cancelar

Ilustración 22 Propiedades del tubo de cartón

1.2 Modelo 60

Para el cálculo de cargas de este modelo se ha seguido el Código Técnico de Edificación añadiendo además como referencia la norma NBE-AE-88 para el cálculo de las cargas de viento.

1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE NIEVE

En primer lugar, se calculan las cargas de nieve. En este caso como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede calcularse como:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ Coeficiente de forma de la cubierta.

s_k El valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (en este caso para altitudes menores de 1.200 m, $\mu = 2,0 \text{ kN/m}^2$).

Tal y como indica el Código Técnico:

“En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° (para valores intermedio se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación.”

En este caso el coeficiente de forma es de 1 (ángulo $<30^\circ$) para los 4 faldones centrales y 0 para los dos extremos laterales (ángulo $\geq 60^\circ$) quedando una carga de nieve de 2 kN/m^2 en cada uno. Teniendo en cuenta que la distancia entre pórticos es de 1,30 m. Se determina que la carga de nieve que soportará cada barra es $2,6 \text{ kN/m}$ uniformemente distribuidos por cada barra.

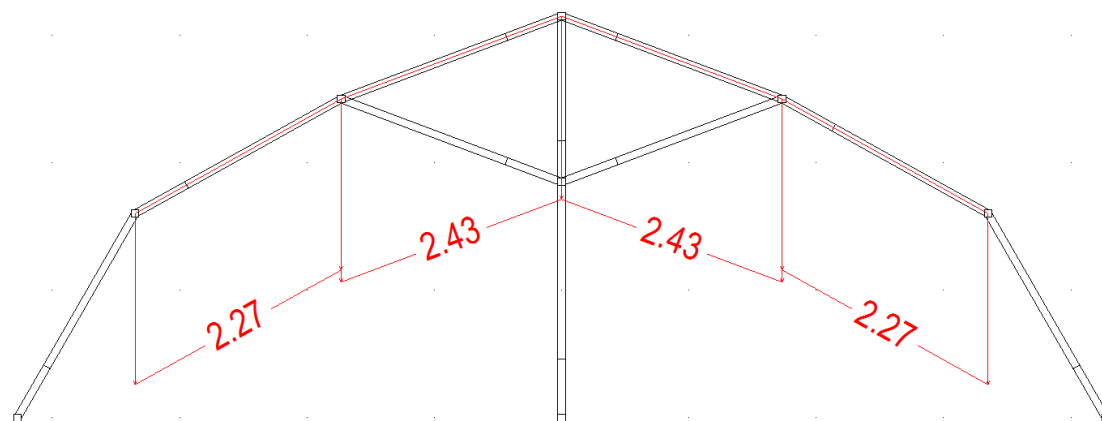


Ilustración 23 Distribución de las cargas (kN/m) de nieve en el modelo 60

Las cargas aplicadas son de 2,434 kN/m en los faldones centrales y de 2,273 kN/m en los faldones intermedios. En los extremos al tener una inclinación igual a 60° se determina que la nieve puede deslizar hacia abajo y por tanto es igual a cero.

1.2.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE VIENTO

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, opresión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b La presión dinámica del viento. Se toma como presión dinámica máxima 0,52 kN/m², la equivalente a la generada por vientos de 104,4 km/h
- c_e El coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. En este caso se toma el valor máximo para construcciones de 3 metros: 2,4.
- c_p El coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Ya que estas estructuras van a tener una vida útil de menos de un año se le puede aplicar un coeficiente corrector de 0,41.

En el caso del modelo 60, al ser una estructura de 4 faldones no hay un ejemplo de cálculo de los coeficientes de presión exterior recogido en el Código Técnico de la Edificación y se ha tenido que recurrir a la norma NBE-AE-88 para el cálculo de estos coeficientes.

De esta forma, teniendo en cuenta que la dirección del viento es de izquierda a derecha y que el orden de numeración de los faldones es el de las agujas del reloj dando comienzo por la izquierda, y siguiendo de forma consecutiva, se obtiene:

Tabla 4 Presión producida por la acción del viento en el modelo 60

Nodos	c_p	q_e (N/m ²)	F_e (kN/m)
Faldón 1 (barlovento)	0,8	409,34	0,53214
Faldón 2 (barlovento)	0,2	102,34	0,13304
Faldón 3 (barlovento)	0,0	0,00	0,00000
Faldón 4 (sotavento)	-0,4	-204,67	-0,26607
Faldón 5 (sotavento)	-0,4	-204,67	-0,26607
Faldón 6 (sotavento)	-0,4	-204,67	-0,26607

Aplicando estas cargas al pórtico obtendríamos la siguiente distribución:

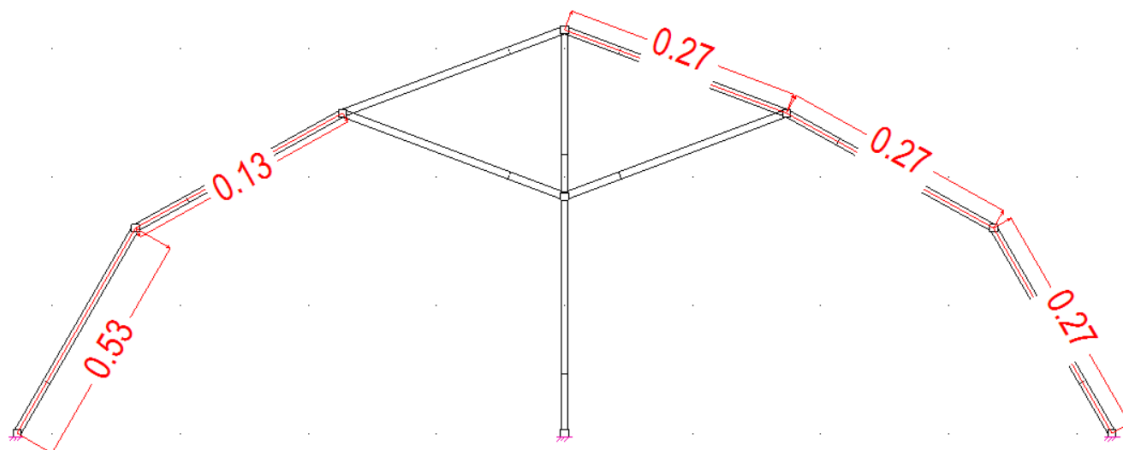


Ilustración 24 Distribución de las cargas (kN/m) de viento en el modelo 60

1.2.3 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 60 DE PVC

En este caso se para el modelo de PVC se utilizan dos tipos de tubos de PVC-U con distintas medidas. Tuberías de PVC DN63-PN10 para la composición del pórtico en sí y DN50-PN10 para la unión de los pórticos de esta forma se ha aplicado una carga según la densidad del PVC que es de $1,37 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^3$ en las barras del pórtico y una carga puntual de 6,41 N en los nodos para tener en cuenta las barras que unen pórticos.

Se desprecia el peso de la lona al ser equivaler solo a una carga de 8,66 N/m.

Aplicando, además, todas las cargas anteriormente estudiadas, se obtiene que la barra más crítica en la simulación de uniones fijas es la central, con las siguientes tensiones:

- Tracción: -18,77 MPa
- Cortante: 0,29 MPa
- Von Mises: 18,77 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 2,66

En el caso del modelo con las uniones articuladas los valores obtenidos son:

- Tracción: -18,61 MPa
- Cortante: 1,02 MPa
- Von Mises: 18,70 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 2,67

Con los resultados expuestos tomamos como referencia el más desfavorable, que en este caso es el de las uniones empotradas.

1.2.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 60 DE CARTÓN

En este caso se para el modelo de cartón se utilizan un único tipo de tubo de 63 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor. Se ha aplicado una carga según la densidad de los tubos de cartón que es de $7,995 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^3$ en las barras del pórtico y una carga puntual de 3,73 N en los nodos para tener en cuenta las barras que unen pórticos.

Se desprecia el peso de la lona al ser equivaler solo a una carga de 8,66 N/m.

Aplicando, además, todas las cargas anteriormente estudiadas, se obtiene que la barra más crítica en la simulación de uniones fijas es la central, con las siguientes tensiones:

- Tracción: -7,03 MPa
- Cortante: 0,33 MPa
- Von Mises: 7,05 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 1,39

En el caso del modelo con las uniones articuladas los valores obtenidos son:

- Tracción: -6,95 MPa
- Cortante: 1,10 MPa
- Von Mises: 7,21 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 1,36

Con los resultados expuestos tomamos como referencia el más desfavorable, que en este caso es el de las uniones articuladas.

1.3 Modelo 90

Para el cálculo de cargas de este modelo se ha seguido el Código Técnico de Edificación.

1.3.1 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE NIEVE

Al igual que en modelo 60 se calculan primero las cargas de nieve. En este caso como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede calcularse como:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

- μ Coeficiente de forma de la cubierta.
- s_k El valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (en este caso para altitudes menores de 1.200 m, $\mu = 2,0 \text{ kN/m}^2$).

En este caso el coeficiente de forma es de 1 para los 2 faldones centrales resultando una carga de nieve de 2 kN/m^2 en cada faldón. Teniendo en cuenta que la distancia entre pórticos es de $1,30 \text{ m}$. Se determina que la carga de nieve que soportará cada barra es $2,6 \text{ kN/m}$ uniformemente distribuidos por cada barra.

Las cargas aplicadas son de $2,434 \text{ kN/m}$ en los faldones.

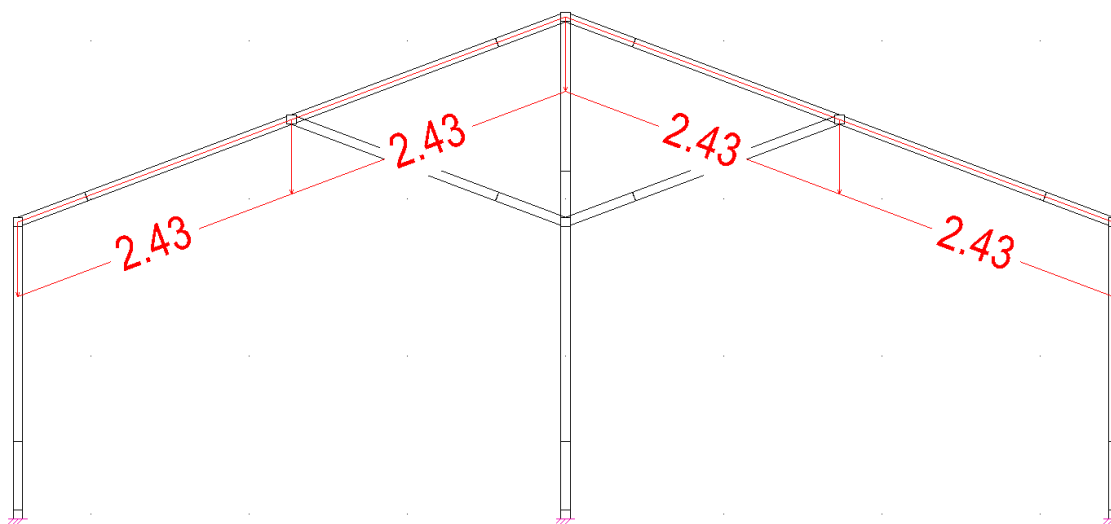


Ilustración 25 Distribución de las cargas (kN/m) de nieve en el modelo 90

1.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE VIENTO

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, opresión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b La presión dinámica del viento. Se toma como presión dinámica máxima $0,52 \text{ kN/m}^2$, la equivalente a la generada por vientos de $104,4 \text{ km/h}$
- c_e El coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. En este caso se toma el valor máximo para construcciones de 3 metros: $2,4$.
- c_p El coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Ya que estas estructuras van a tener una vida útil de menos de un año se le puede aplicar un coeficiente corrector de $0,41$.

En este caso, según el código técnico de la edificación, determina un coeficiente de presión de 0,4 para el faldón a barlovento y de -0,4 para el de sotavento. Se obtienen así cargas de 266,07 N/m aplicadas con signos contrarios en cada faldón.

En las fachadas laterales se aplican uno coeficiente con unos valores de 0,8 y -0,5 para la de barlovento y sotavento respectivamente. Obteniendo unas cargas de 532,14 N/m y -425,71 N/m en cada fachada.

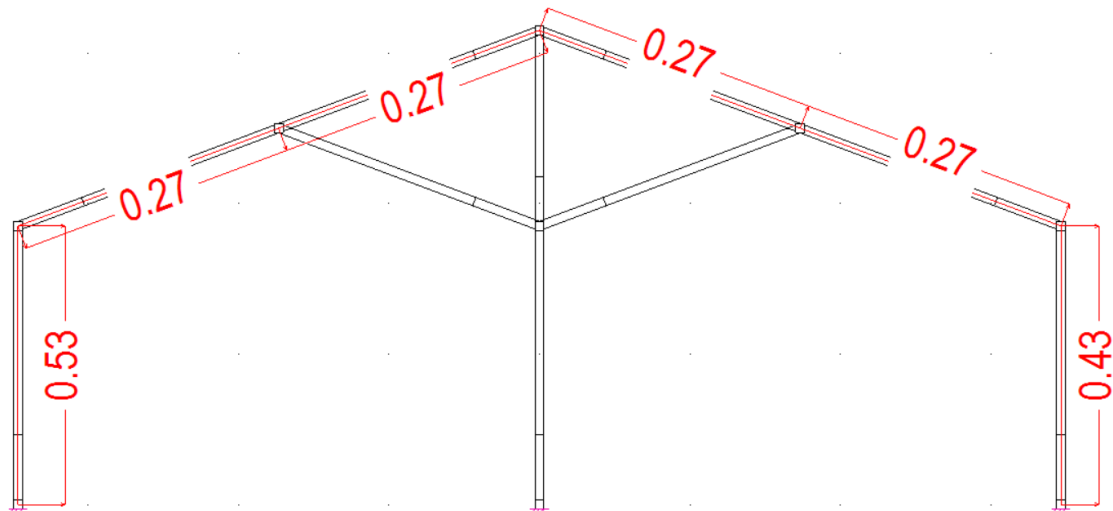


Ilustración 26 Distribución de las cargas (kN/m) de viento en el modelo 90

1.3.3 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 90 DE PVC

En este caso se para el modelo de PVC se utilizan dos tipos de tubos de PVC-U con distintas medidas. Tuberías de PVC DN63-PN10 para la composición del pórtico en sí y DN50-PN10 para la unión de los pórticos de esta forma se ha aplicado una carga según la densidad del PVC que es de $1,37 \times 10^{-5}$ N/mm³ en las barras del pórtico y una carga puntual de 6,41 N en los nodos para tener en cuenta las barras que unen pórticos.

Se desprecia el peso de la lona al ser equivaler solo a una carga de 8,66 N/m.

Aplicando, además, todas las cargas anteriormente estudiadas, se obtiene que la barra más crítica en la simulación de uniones fijas es la central, con las siguientes tensiones:

- Tracción: -24,15 MPa
- Cortante: 0,38 MPa
- Von Mises: 24,15 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 2,07

En el caso del modelo con las uniones articuladas los valores obtenidos son:

- Tracción: -23,72 MPa

- Cortante: 0,65 MPa
- Von Mises: 23,75 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 2,11

Con los resultados expuestos tomamos como referencia el más desfavorable, que en este caso es el de las uniones empotradas.

1.3.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DEL MODELO 90 DE CARTÓN

En este caso se para el modelo de cartón se utilizan un único tipo de tubo de 63 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor. Se ha aplicado una carga según la densidad de los tubos de cartón que es de $7,995 \times 10^{-6}$ N/mm³ en las barras del pórtico y una carga puntual de 3,73 N en los nodos para tener en cuenta las barras que unen pórticos.

Se desprecia el peso de la lona al ser equivaler solo a una carga de 8,66 N/m.

Aplicando, además, todas las cargas anteriormente estudiadas, se obtiene que la barra más crítica en la simulación de uniones fijas es la central, con las siguientes tensiones:

- Tracción: -9.03 MPa
- Cortante: 0,43 MPa
- Von Mises: 9,06 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 1,08

En el caso del modelo con las uniones articuladas los valores obtenidos son:

- Tracción: -8.86 MPa
- Cortante: -0,74 MPa
- Von Mises: 8,95 MPa
- Factor de seguridad obtenido: 1,10

Con los resultados expuestos tomamos como referencia el más desfavorable, que en este caso es el de las uniones empotradas.

1.4 Conclusiones

El diseño más estable y que mejor responde a los esfuerzos aplicados es el modelo 60 con barras de PVC, el resto de las modelos y materiales aun manteniendo la integridad estructural responden con menor contundencia.

2 ANEXO II: ANÁLISIS DE TENSIONES EN LAS UNIONES

Para el estudio de tensiones en las piezas que sirven de unión entre los tubos que componen los pórticos diseñados se ha utilizado el software SOLIDWORKS. Este programa permite realizar simulación mediante MEF (FEM en inglés) de las distintas piezas diseñadas para este proyecto.

2.1 Análisis de la unión tipo B

La pieza “B” es la que va a servir de unión de la estructura al suelo y por tanto es una de las que más tensiones deberá de soportar ya que transmitir todas las cargas al firme y mantener su integridad es vital para la estructura.

Se realiza un análisis de las tensiones que soportará esta unión en el caso del modelo 90 de PVC (uniones articuladas), que tras el análisis de esfuerzos reflejado en el Anexo I se comprueba que la base de la columna central es la más desfavorable. Se utiliza el caso del PVC debido a que al tratarse de tubos con menos espesor la carga axial se transmite sobre menos área.

Las condiciones iniciales para el estudio se establecen de la siguiente forma:

- La pared del cilindro inferior se considera fija.
- La carga axial se transmite sobre la base completamente en el área entre el diámetro interior del tubo de PVC (57 cm) y la pared interior de la base.
- El momento se distribuye por la pared interior de la base.
- No se tiene en cuenta el cortante al ser despreciable en comparación con las tensiones provocadas por el momento y la carga axial.

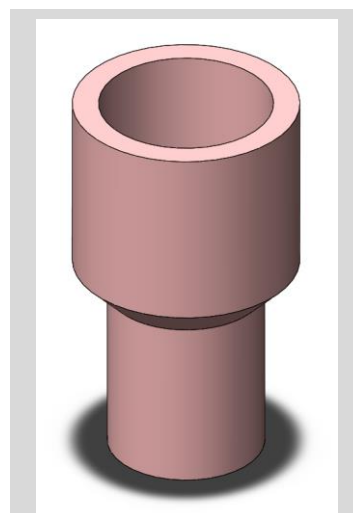


Ilustración 27 Base “B”

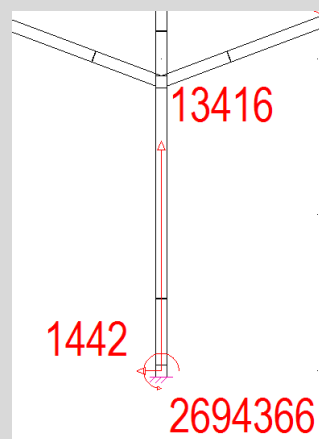
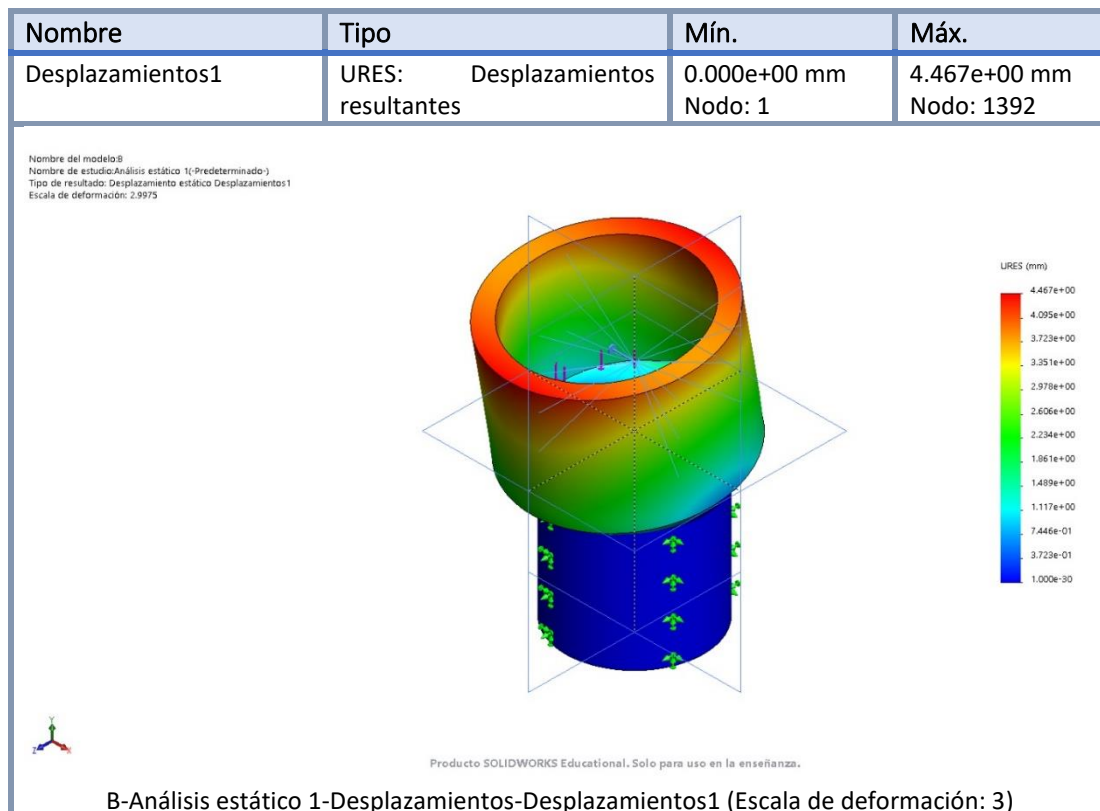
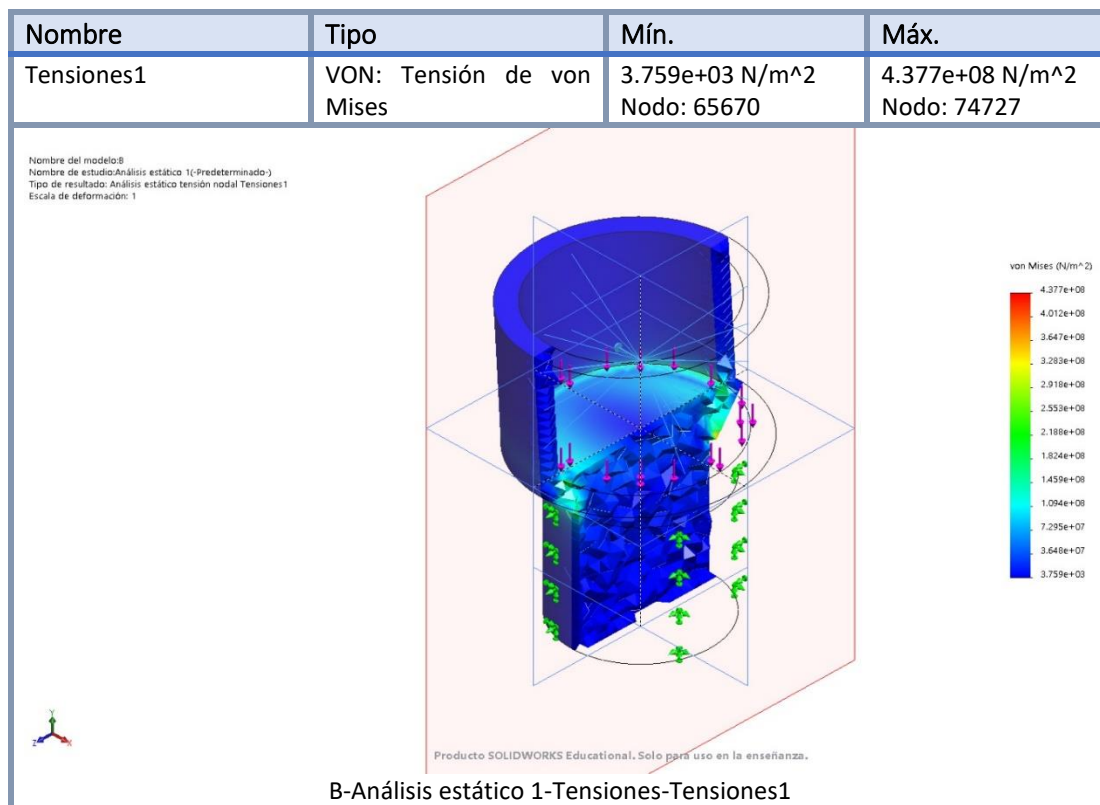
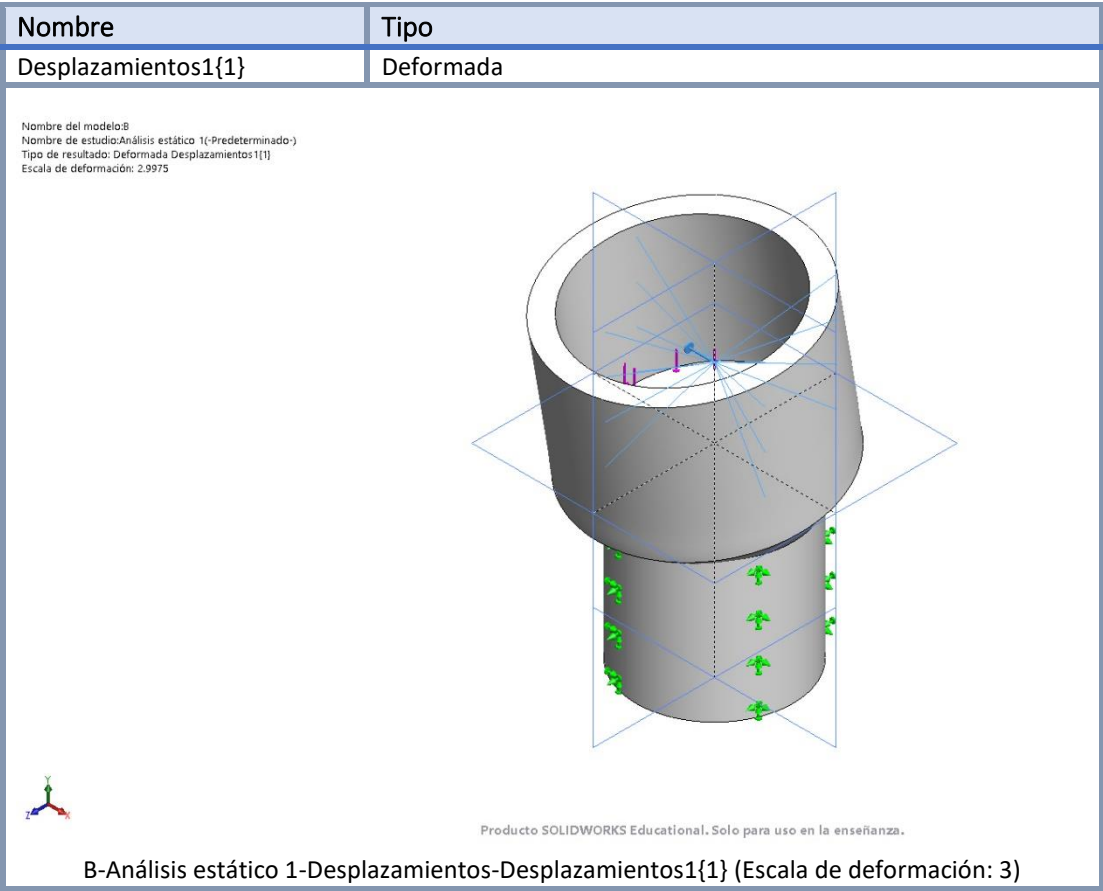
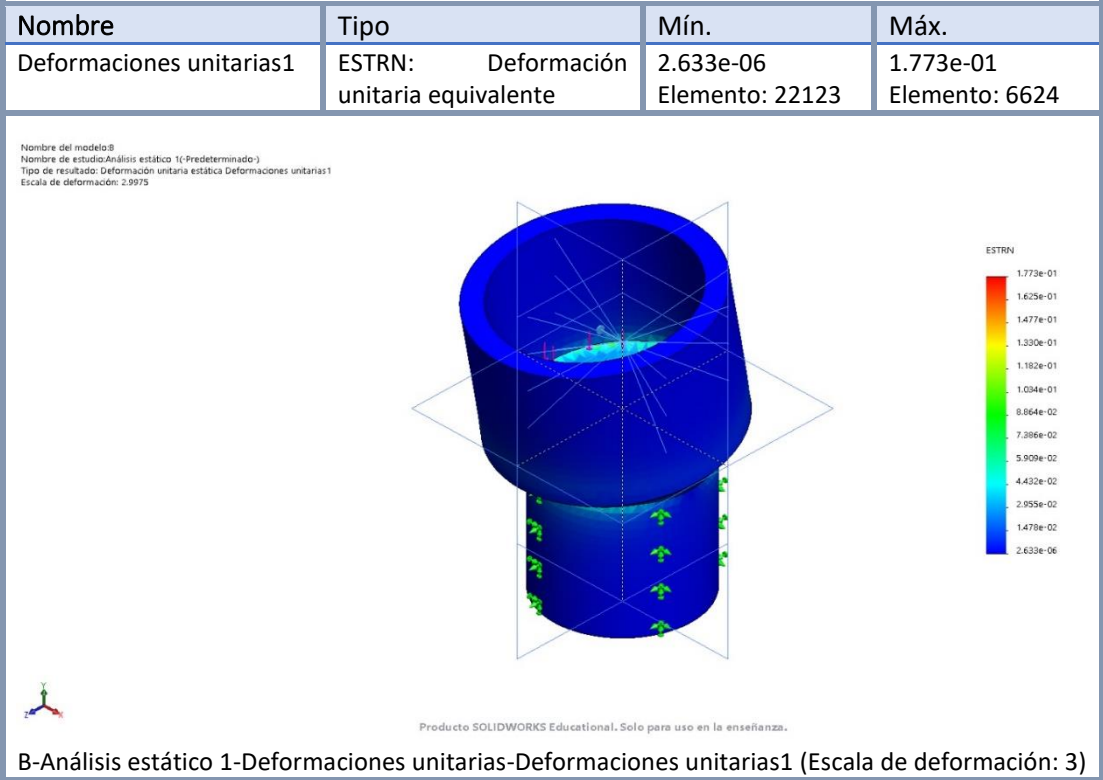


Ilustración 28 Reacciones que ha de soportar la pieza B en las peores condiciones (Unidades: N y mm)

Los resultados del primer estudio son los siguientes:

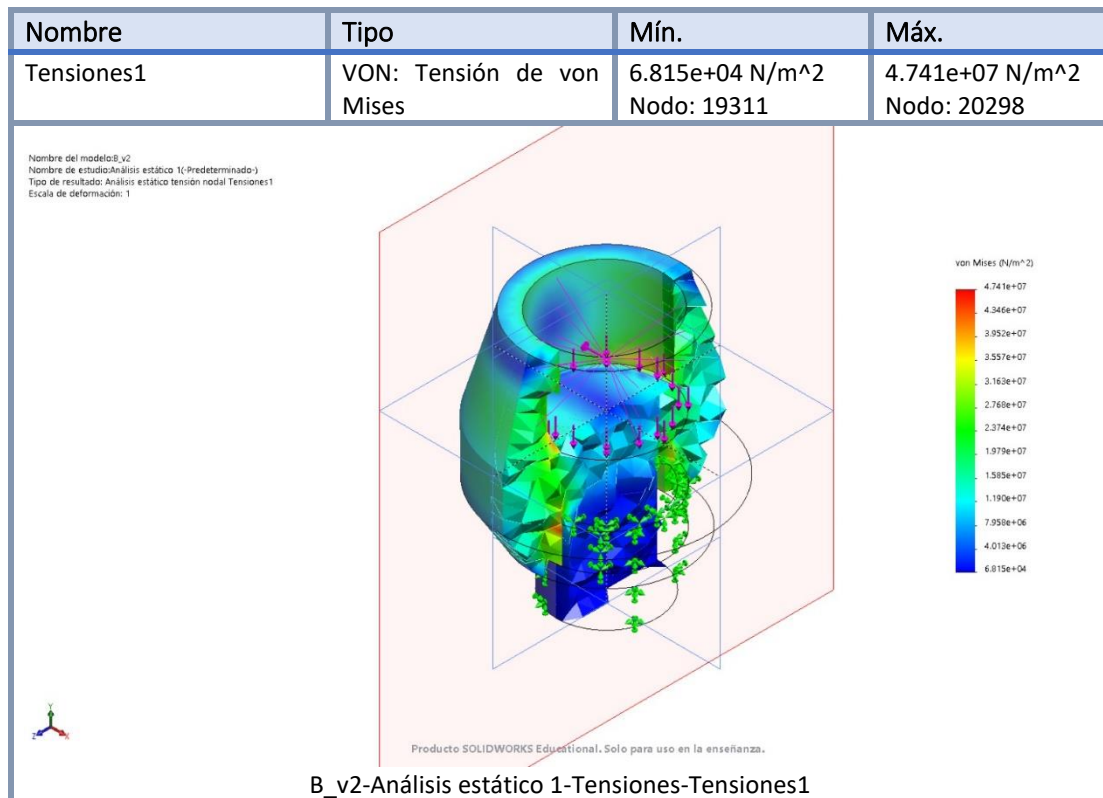
Resultados del estudio

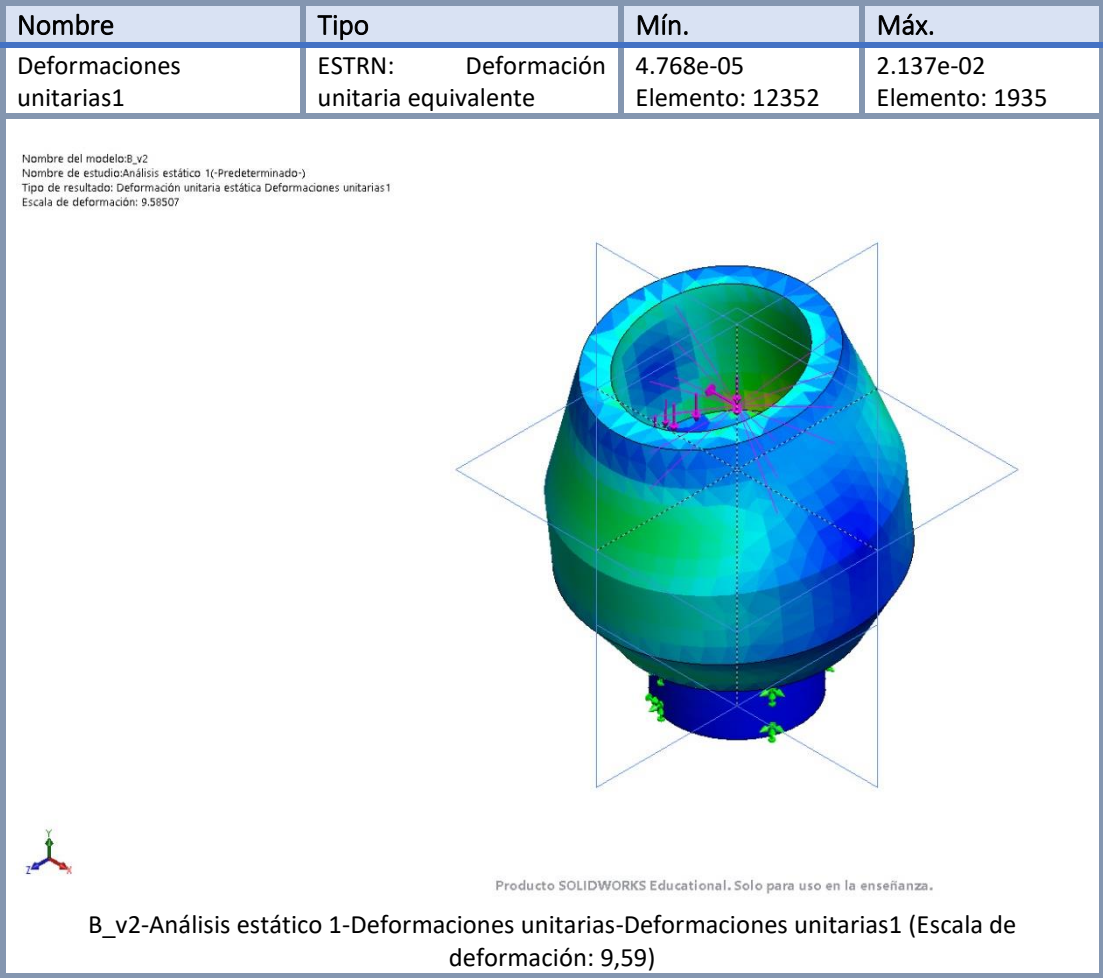
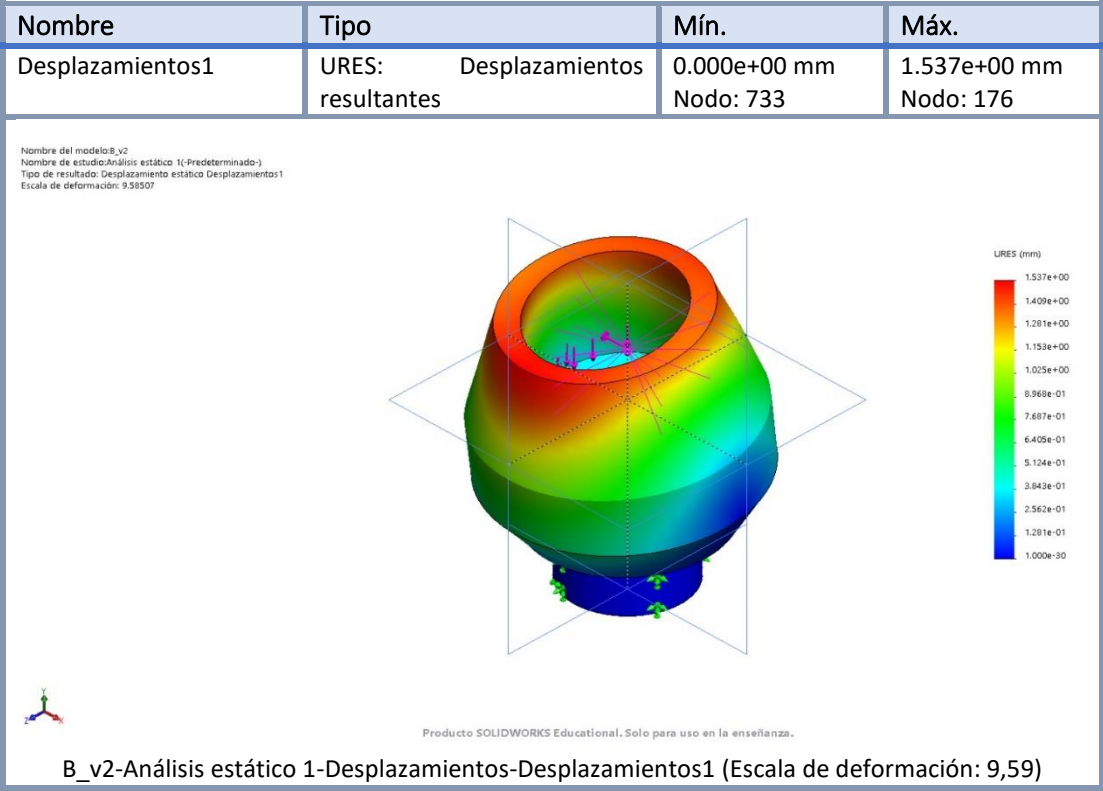


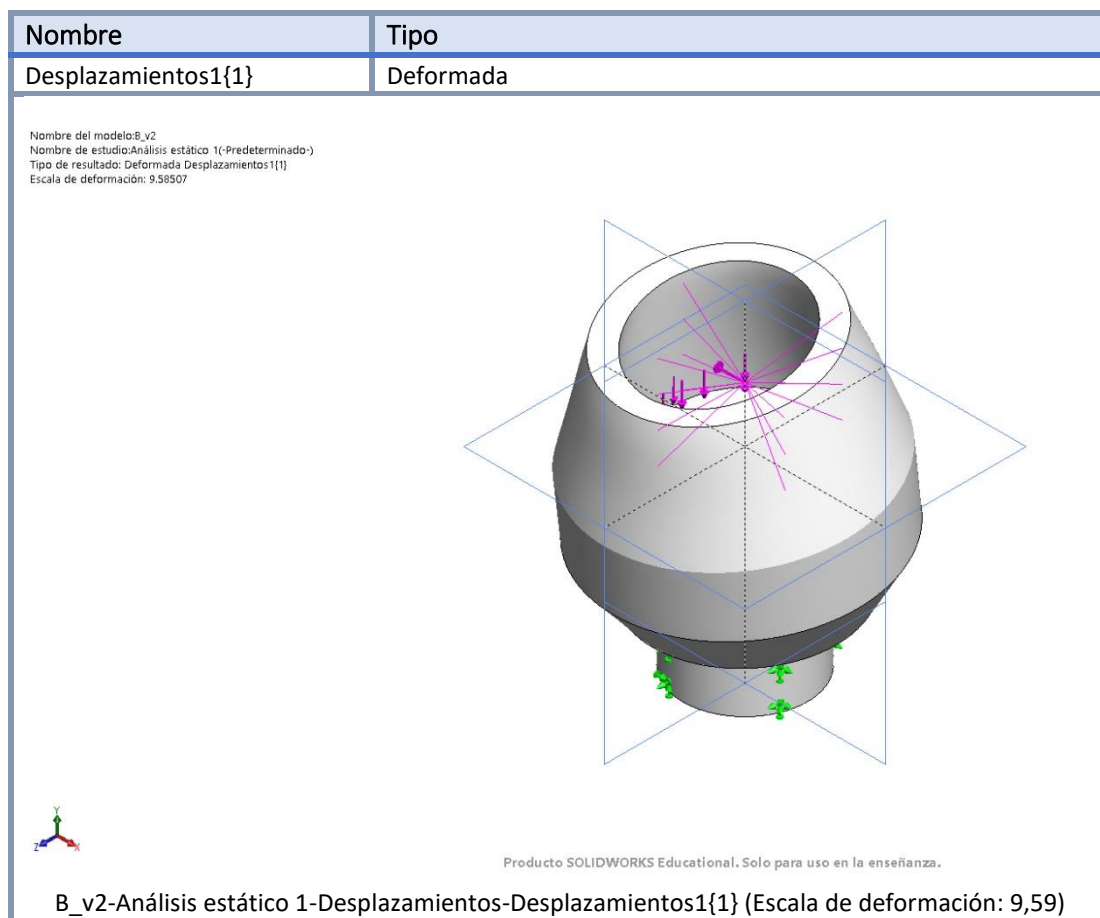


Se observa que uno de los puntos más problemáticos de la pieza es la parte inferior de la zona de transición entre el cilindro inferior y el superior y es ahí donde se concentran las mayores tensiones. Se decide rediseñar la unión aplicando una corona cilíndrica inferior que permita una mejor transferencia de las tensiones, así como el ensanchamiento de las paredes exteriores. De esta forma se reducen las tensiones a una décima parte entrando dentro de los límites de las propiedades mecánicas del ABS (Límite elástico 50 MPa).

Resultados del estudio del rediseño







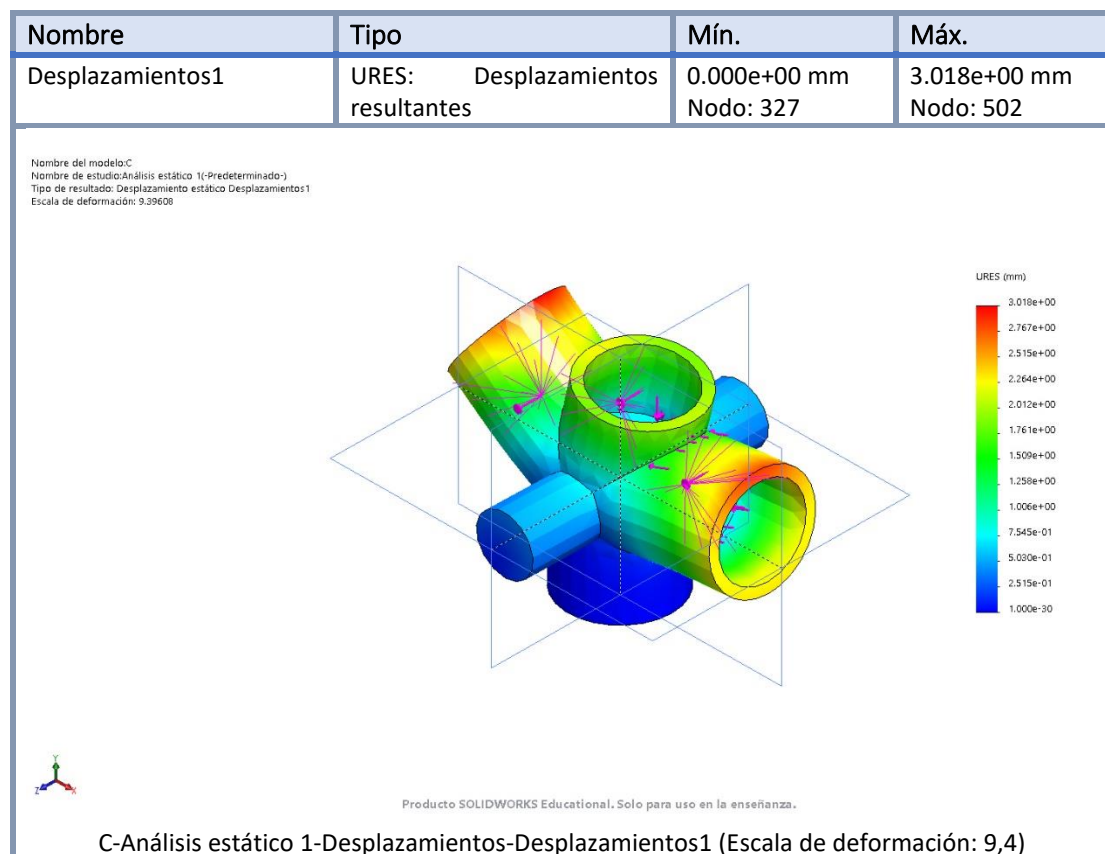
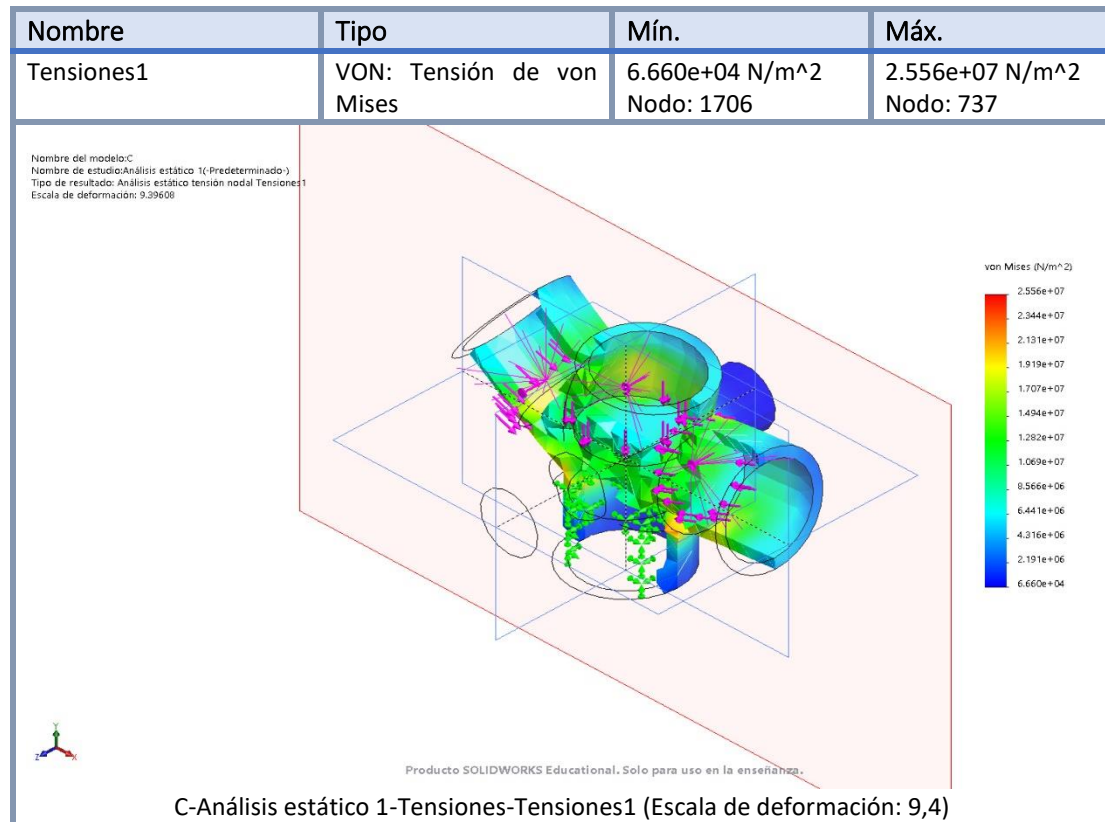
Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma ya que la tensión máxima será de 47MPa.

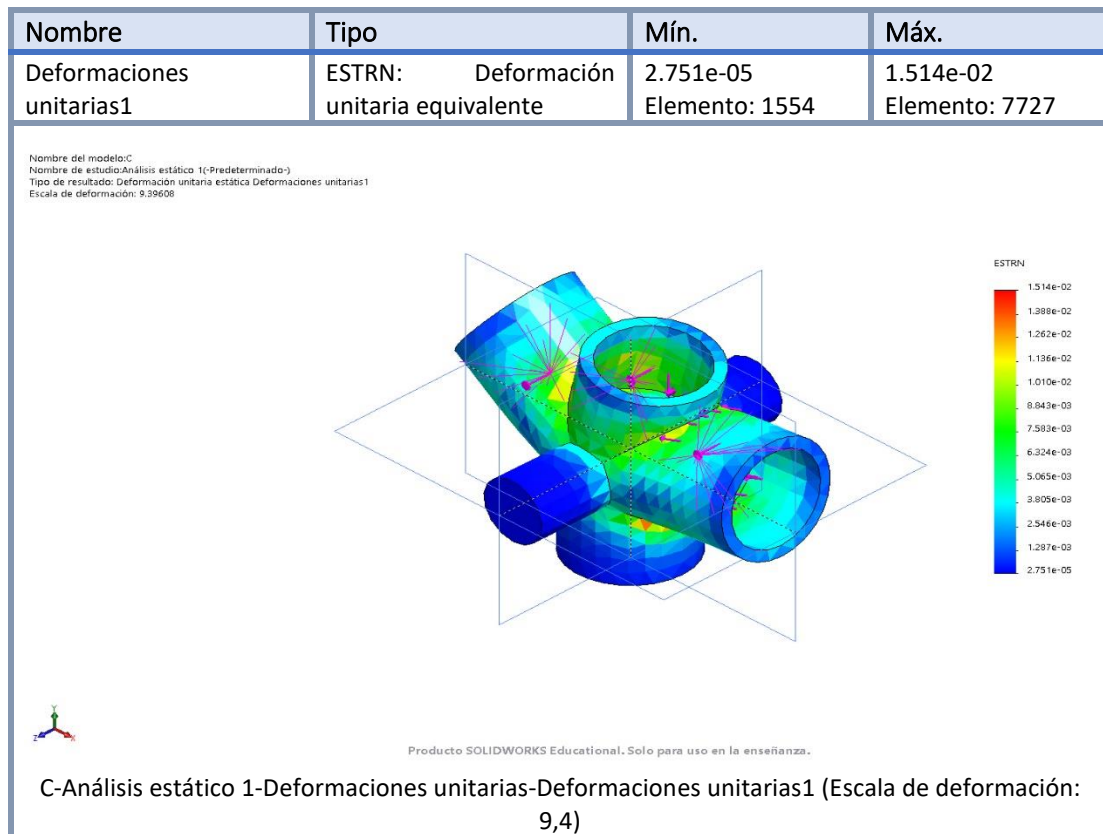
2.2 Análisis de la unión tipo C

Se efectúan dos análisis de esta unión, la correspondiente a las cargas soportadas en el modelo 60 (uniones articuladas) y en el modelo 90 (uniones articuladas) ya que son los que mayores cargas presentan. Se analiza solo la unión C que se encuentra en la parte central de la columna ya que las tensiones son mayores ahí que en la parte superior.

2.2.1 MODELO 60

Resultados del estudio

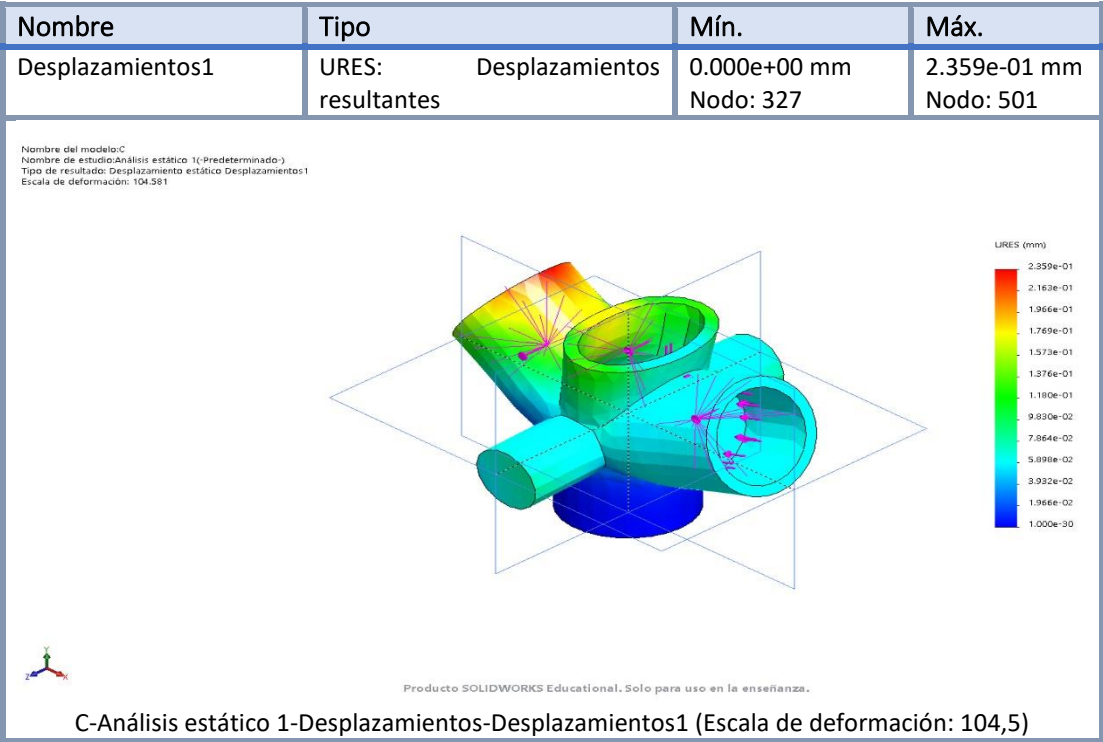
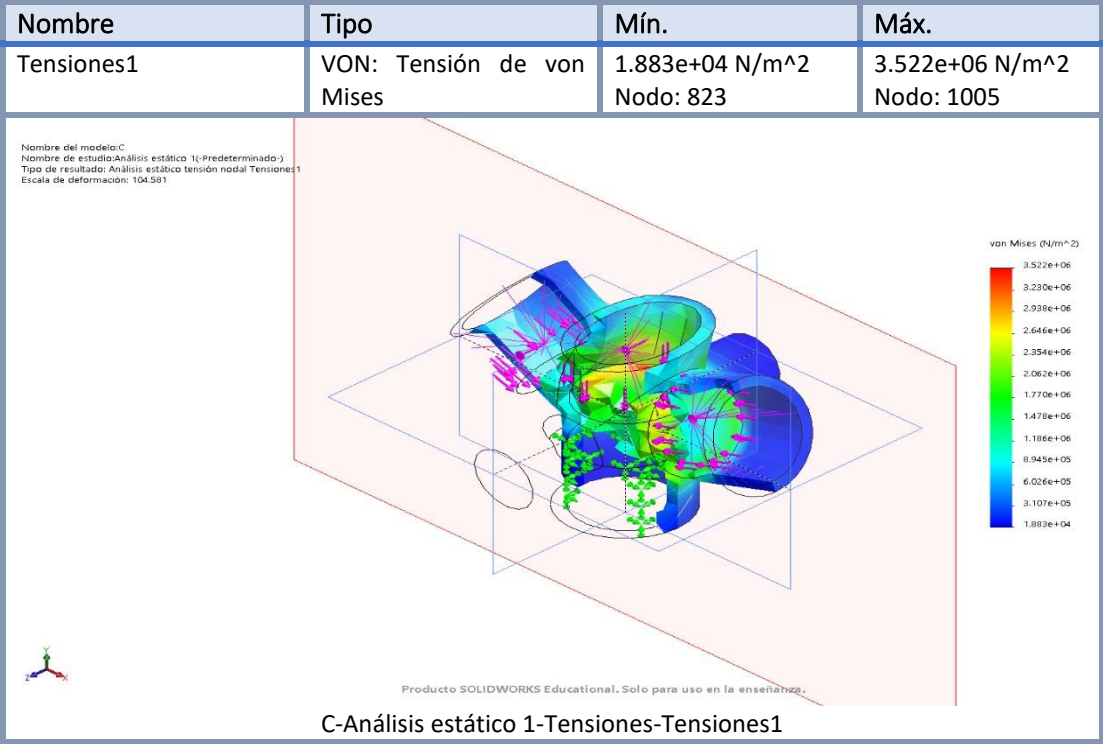


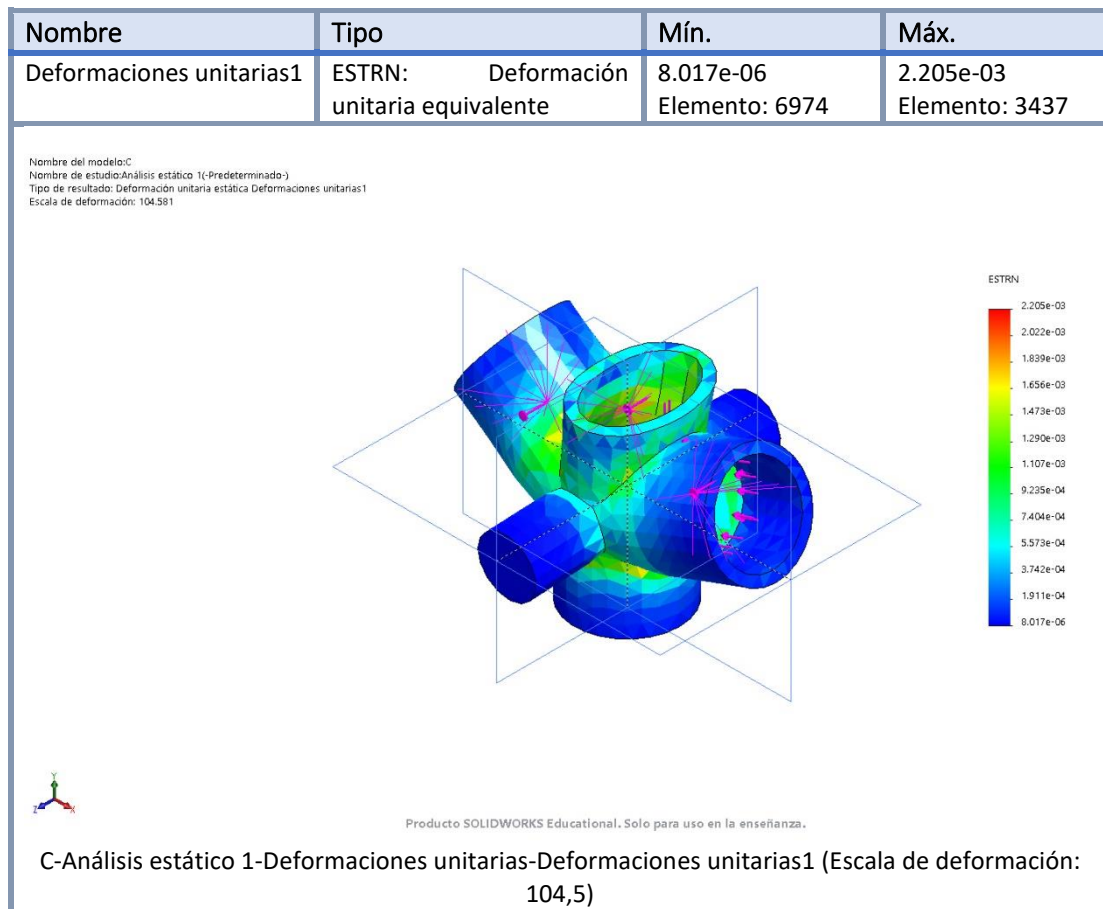


Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

2.2.2 MODELO 90

Resultados del estudio

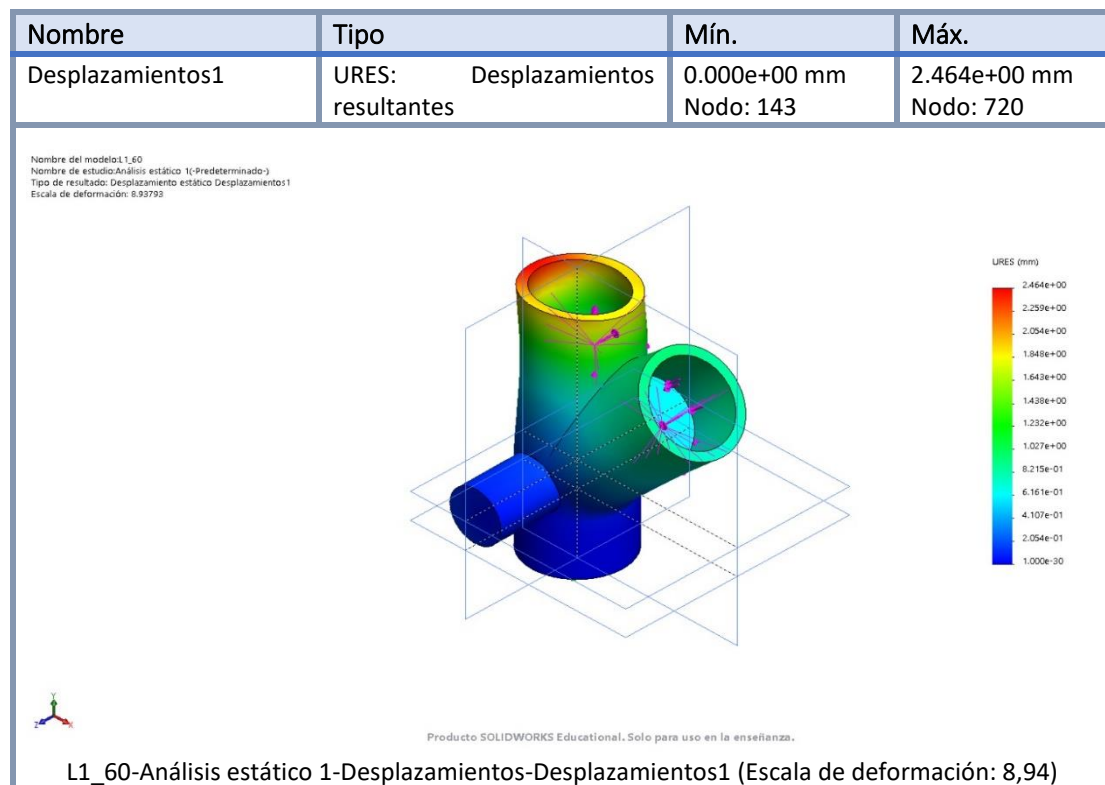
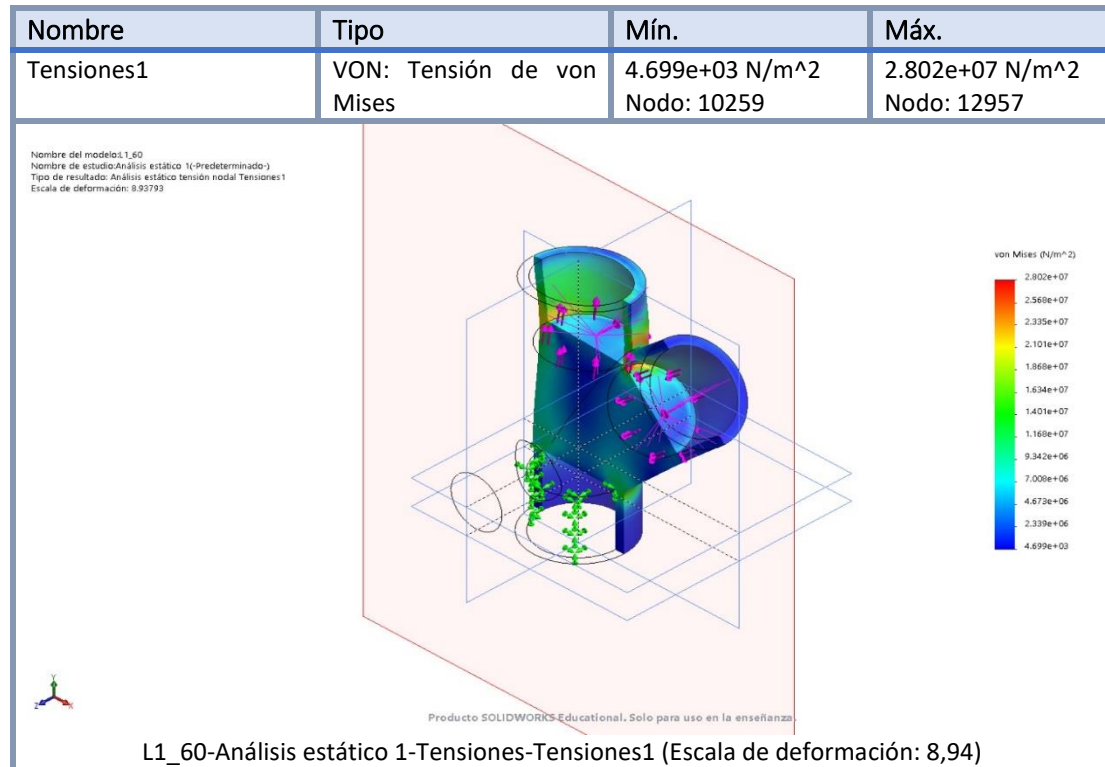


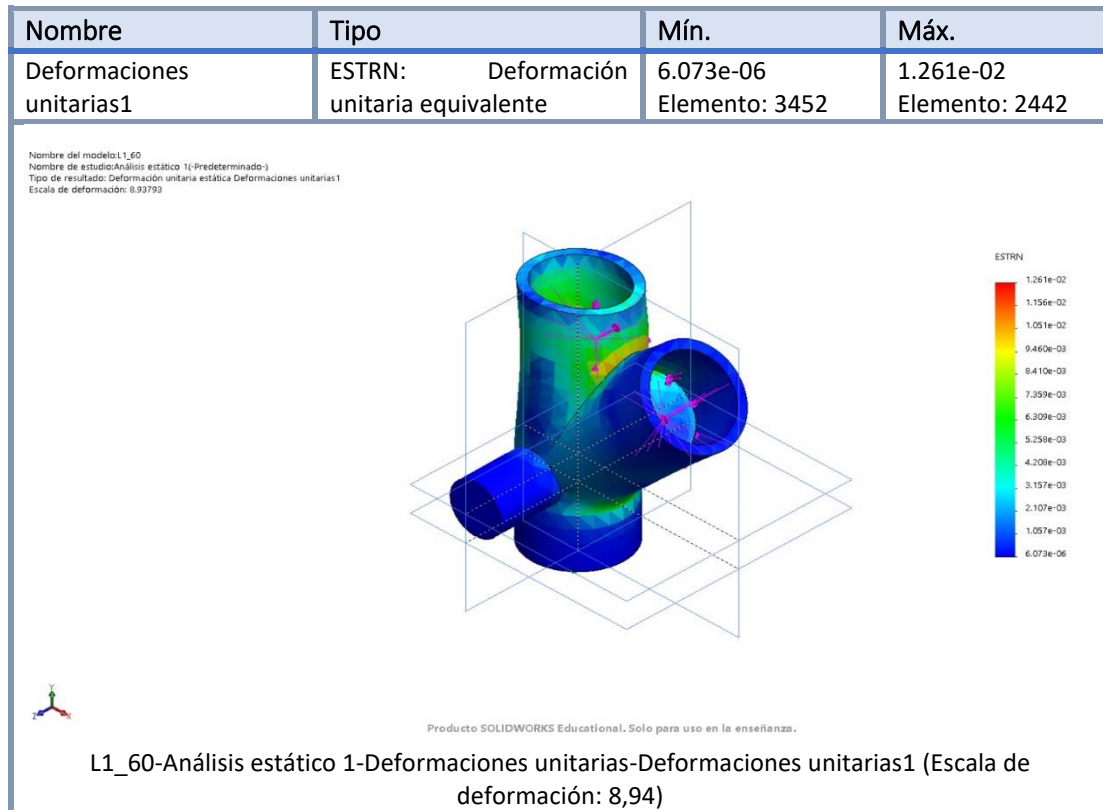


Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

2.3 Análisis de la unión tipo L1_60

Resultados del estudio

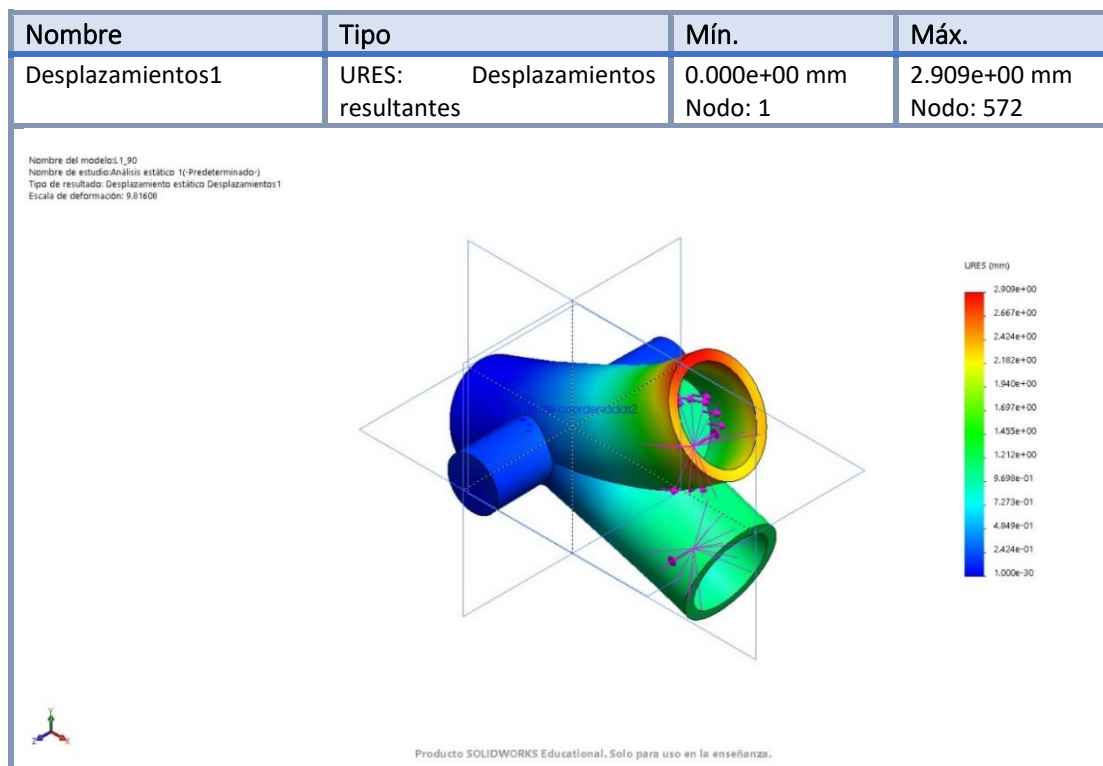
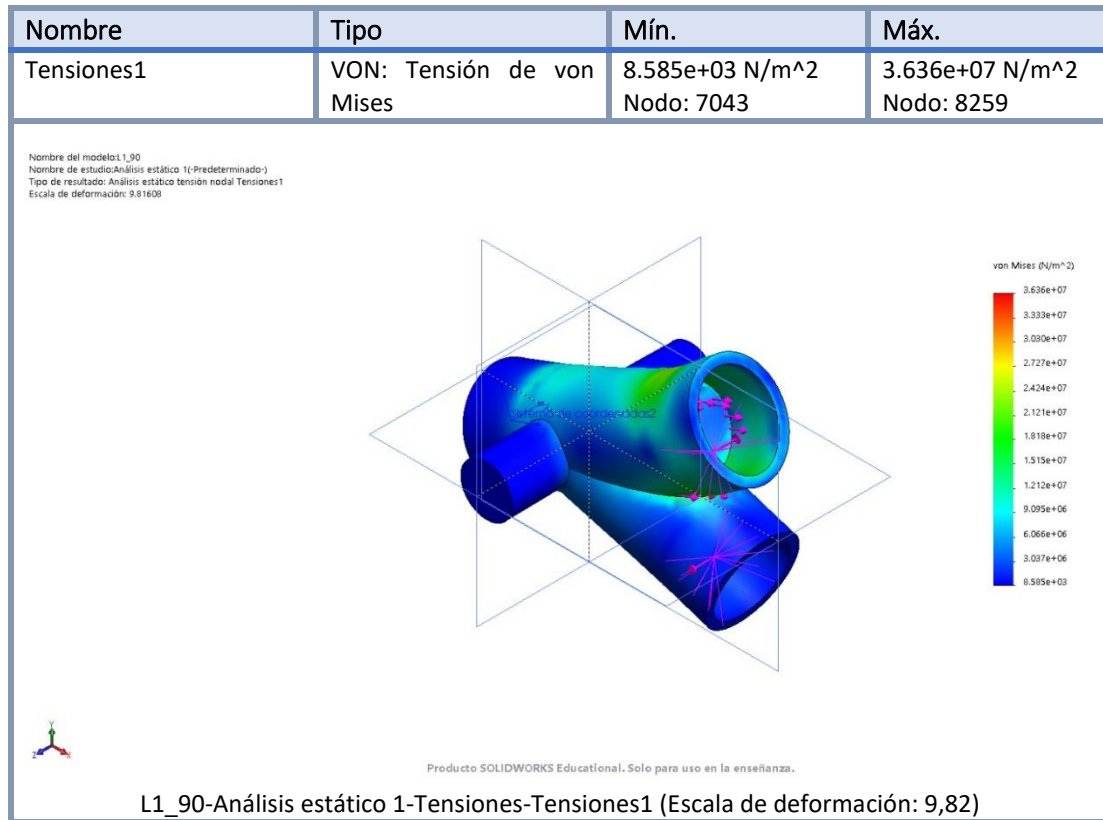




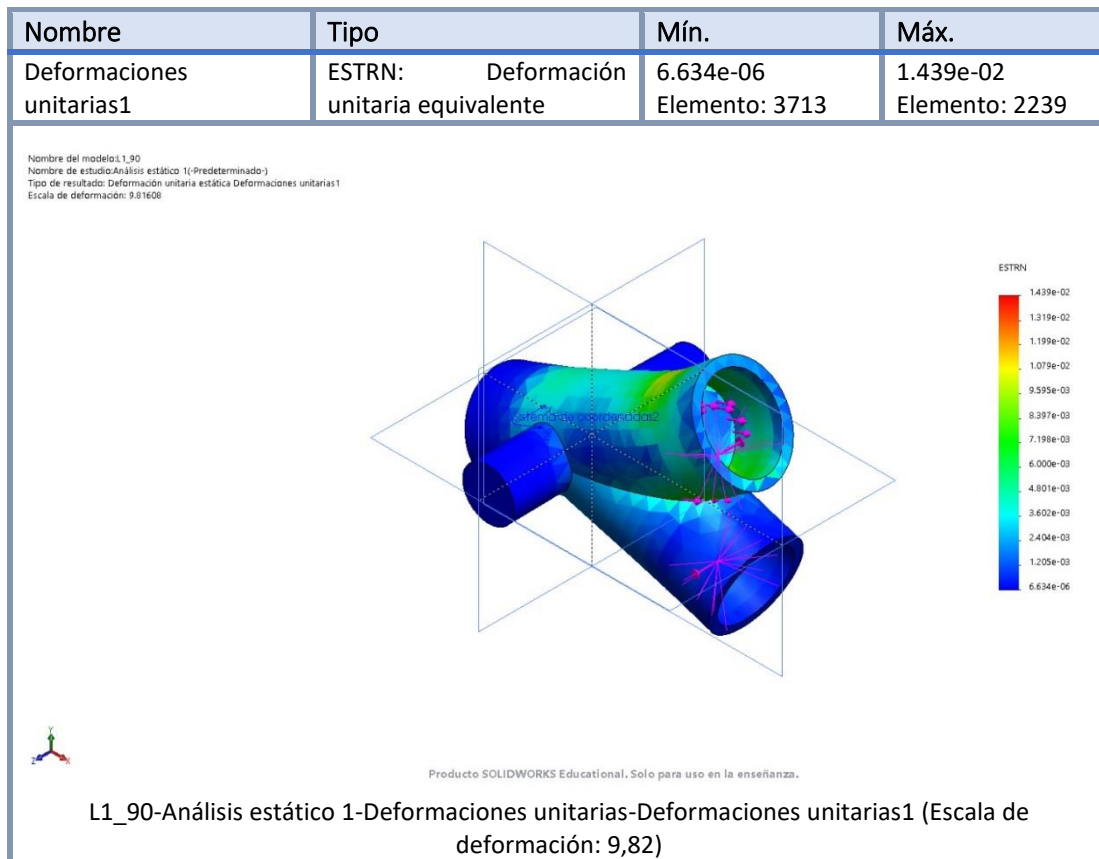
Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

2.4 Análisis de la unión tipo L1_90

Resultados del estudio



L1_90-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1 (Escala de deformación: 9,82)

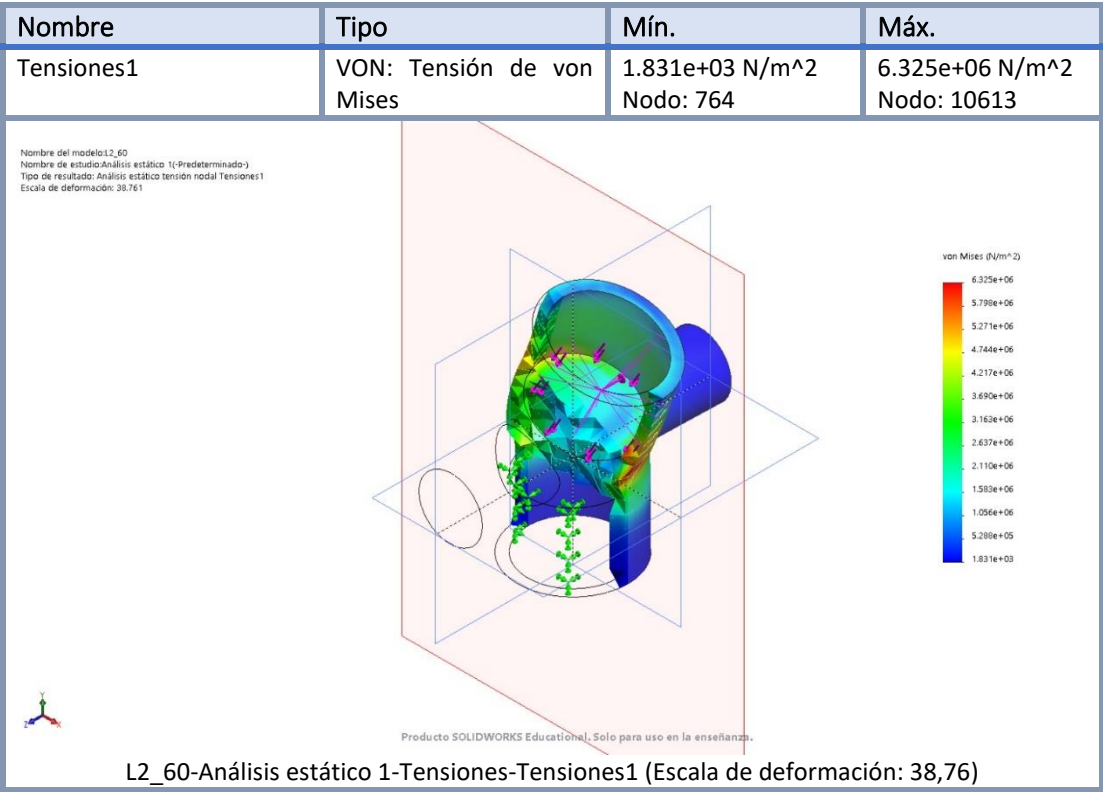


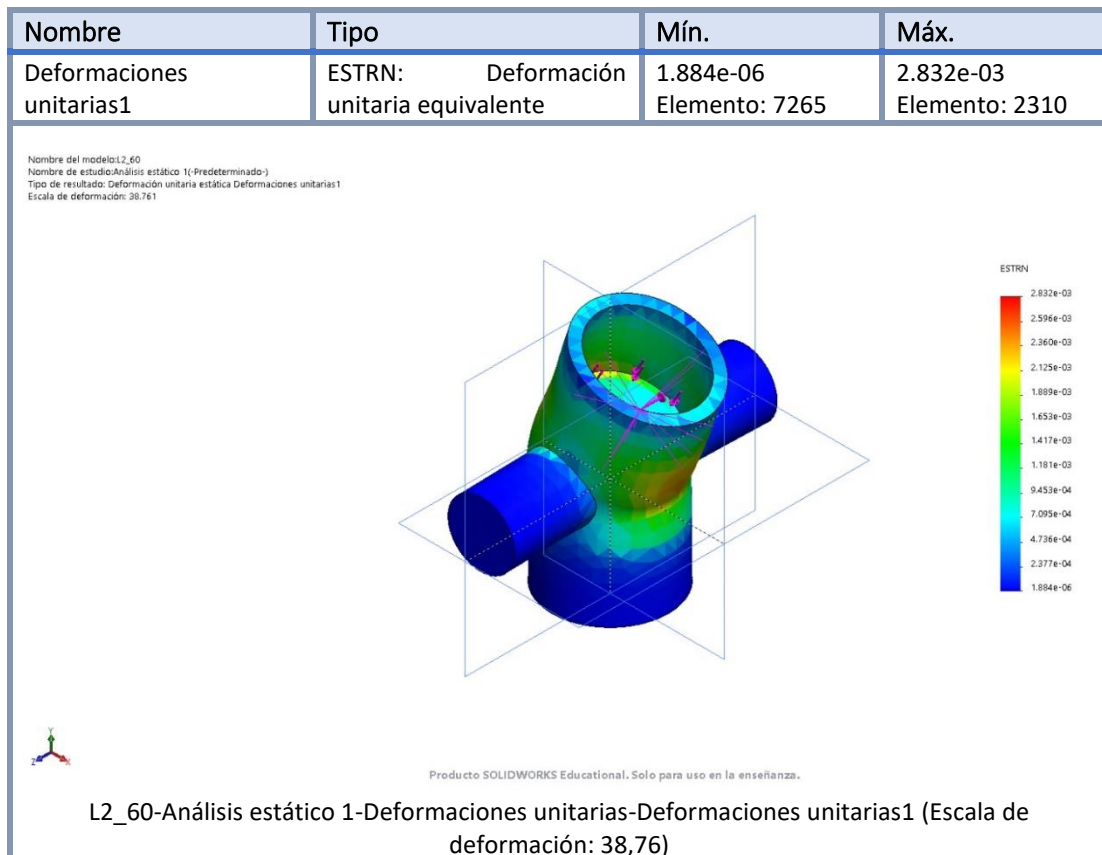
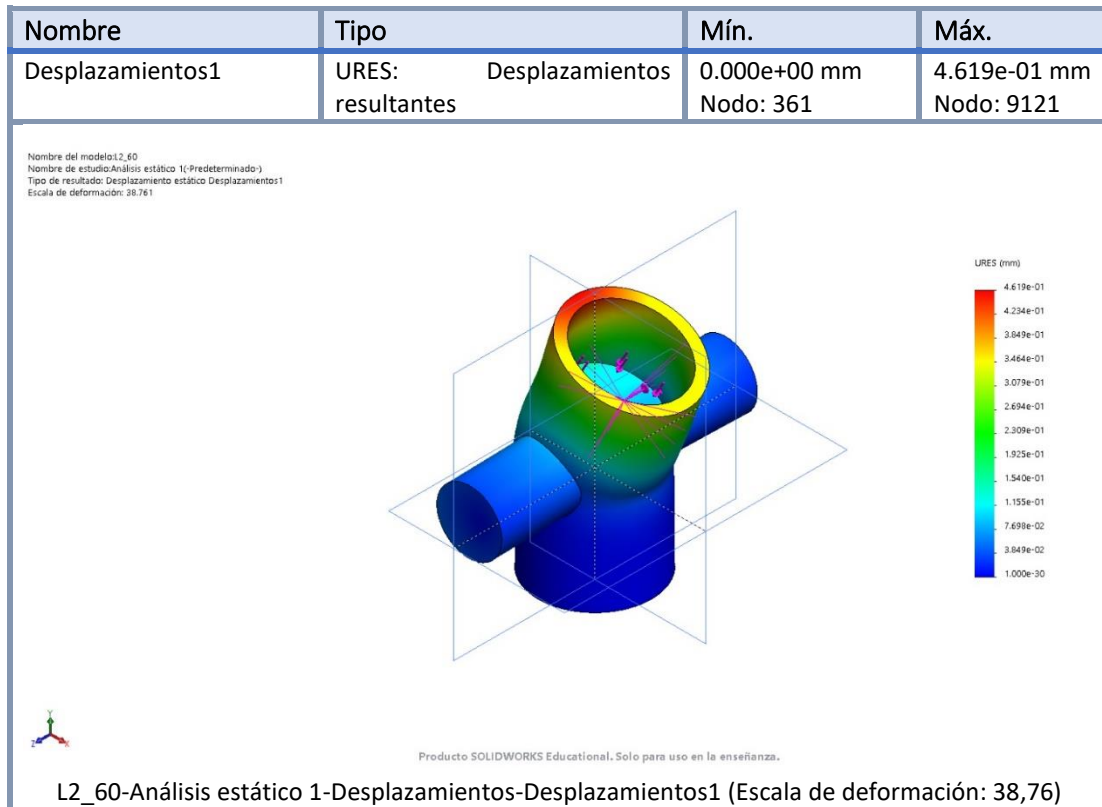
Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

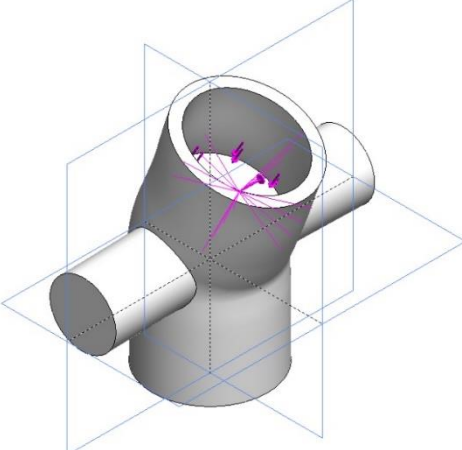
2.5 Análisis de la unión tipo L2_60

Se analiza la unión de la parte izquierda del pórtico ya que es la que más tensiones acumula.

Resultados del estudio





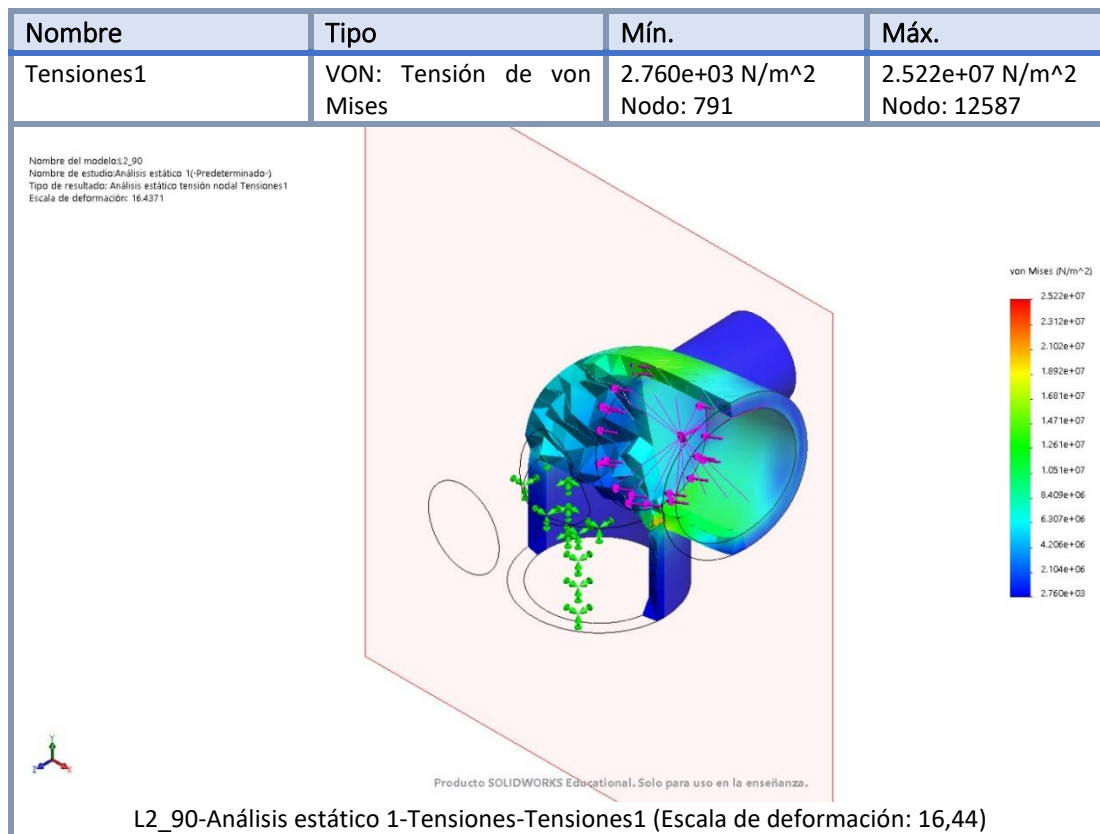
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada
<p>Nombre del modelo: L2_60 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado-) Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos1{1} Escala de deformación: 38,761</p>  <p>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p> <p>L2_60-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1{1} (Escala de deformación: 38,76)</p>	

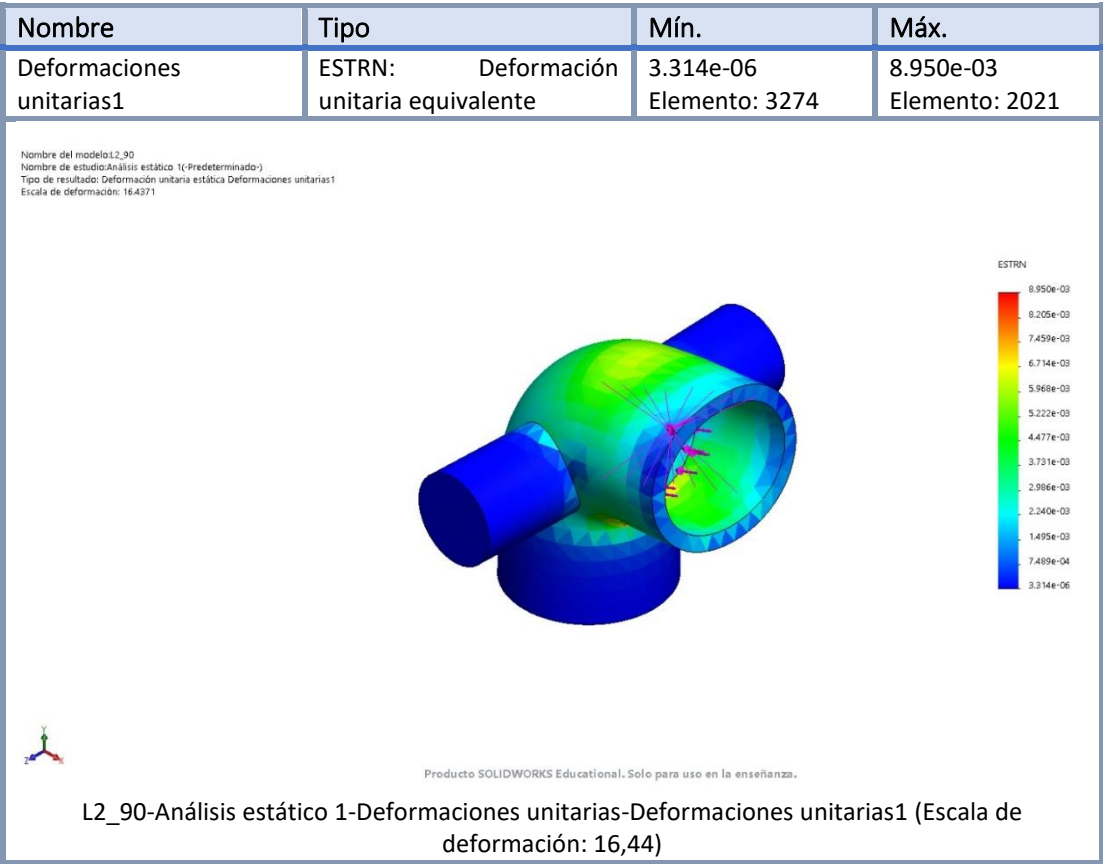
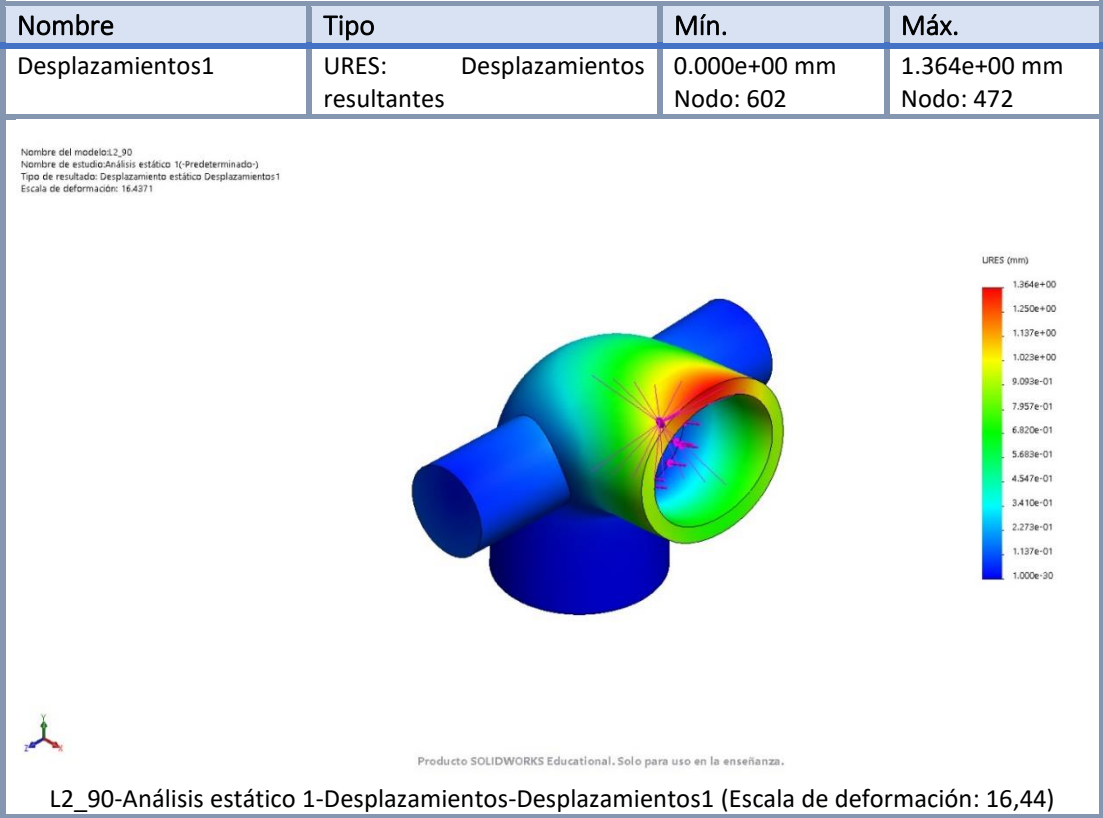
Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

2.6 Análisis de la unión tipo L2_90

Se analiza la unión de la parte derecha del pórtico ya que es la que más tensiones acumula.

Resultados del estudio







Se comprueba que el diseño de la pieza permite soportar las tensiones a las que podrá verse sometida durante el uso de la misma.

En Logroño a 31 de agosto de 2019

El estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica:

Fdo.: Arturo Andrés Valdemoros

PLANOS

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar

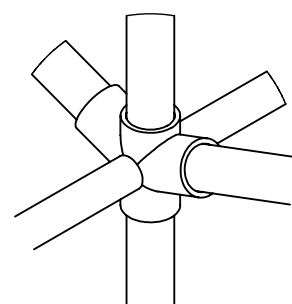
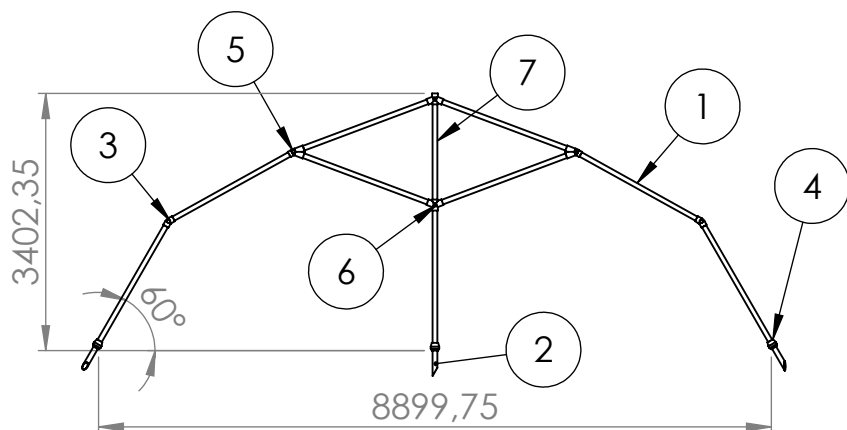




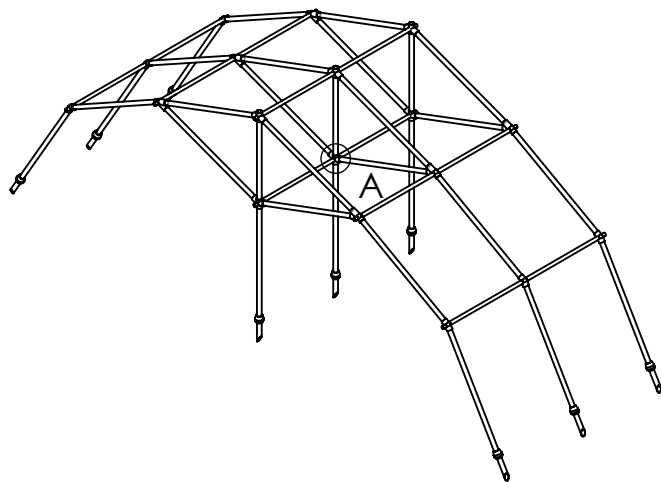
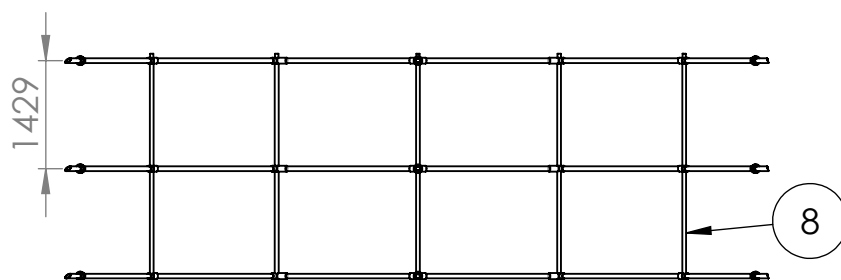
Índice

<u>1</u>	<u>MODELO 60</u>	<u>77</u>
<u>2</u>	<u>MODELO 90</u>	<u>79</u>
<u>3</u>	<u>LONA CUBIERTA</u>	<u>81</u>
<u>4</u>	<u>LONA FRONTAL M60</u>	<u>83</u>
<u>5</u>	<u>LONA FRONTAL M90</u>	<u>85</u>
<u>6</u>	<u>LONA TRASERA M60</u>	<u>87</u>
<u>7</u>	<u>LONA TRASERA M90</u>	<u>89</u>
<u>8</u>	<u>TB PVC</u>	<u>91</u>
<u>9</u>	<u>TL1350 PVC</u>	<u>93</u>
<u>10</u>	<u>T1350 PVC</u>	<u>95</u>
<u>11</u>	<u>T1850 PVC</u>	<u>97</u>
<u>12</u>	<u>T1350 CTN</u>	<u>99</u>
<u>13</u>	<u>T1850 CTN</u>	<u>101</u>
<u>14</u>	<u>UNIÓN B</u>	<u>103</u>
<u>15</u>	<u>UNIÓN C</u>	<u>105</u>
<u>16</u>	<u>UNIÓN L1_60</u>	<u>107</u>
<u>17</u>	<u>UNIÓN L2_60</u>	<u>109</u>
<u>18</u>	<u>UNIÓN L1_90</u>	<u>111</u>





DETALLE A
ESCALA 1 : 10



Cod.	Uds	Tubo 1850
1	27	Tubo 1850
2	9	Tubo base
3	6	Unión L2_60
4	6	Unión B
5	6	Unión L1_60
6	6	Unión C
7	3	Tubo 1350
8	12	Tubo 1350

	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS
1:100
1:10

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 1



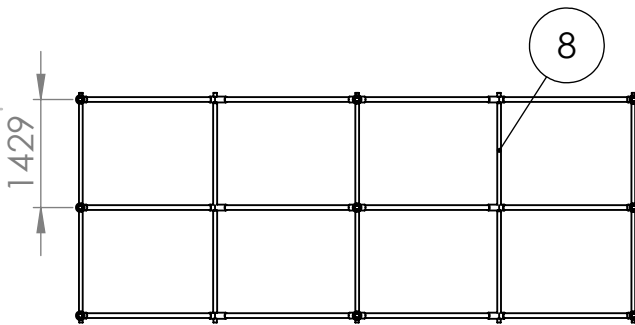
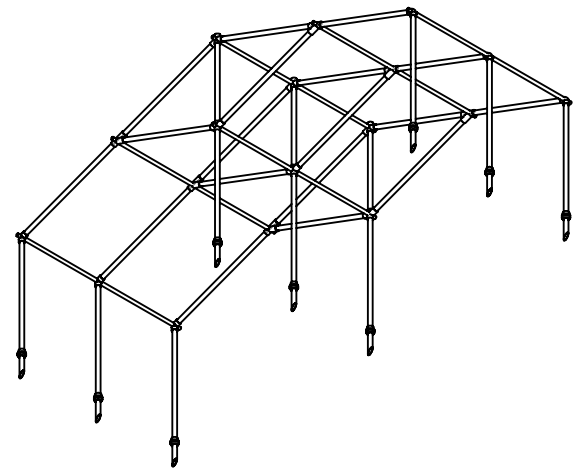
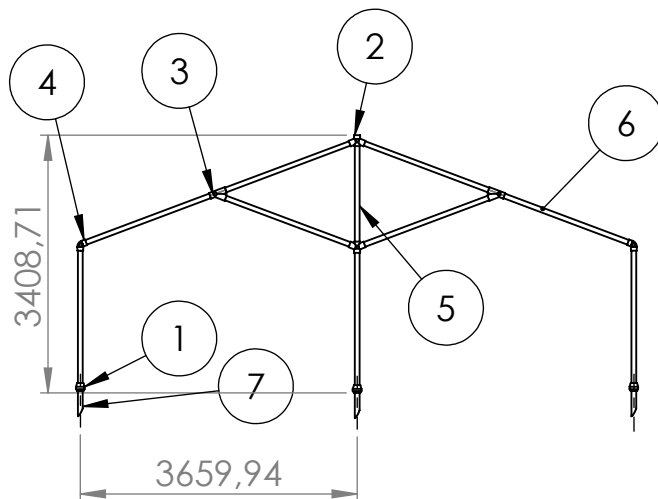
MODELO 60

Referencia: P1

Sustituye a

Sustituido por

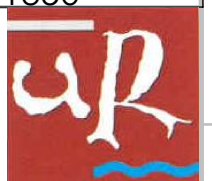




Cod.	Uds.	Descrip.
1	6	Unión B
2	6	Unión C
3	6	Unión L1 90
4	6	Unión L2 90
5	12	T1350
6	27	T1850
7	9	Tubo base
8	3	T1350

	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS 1:100
Proyección

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 2

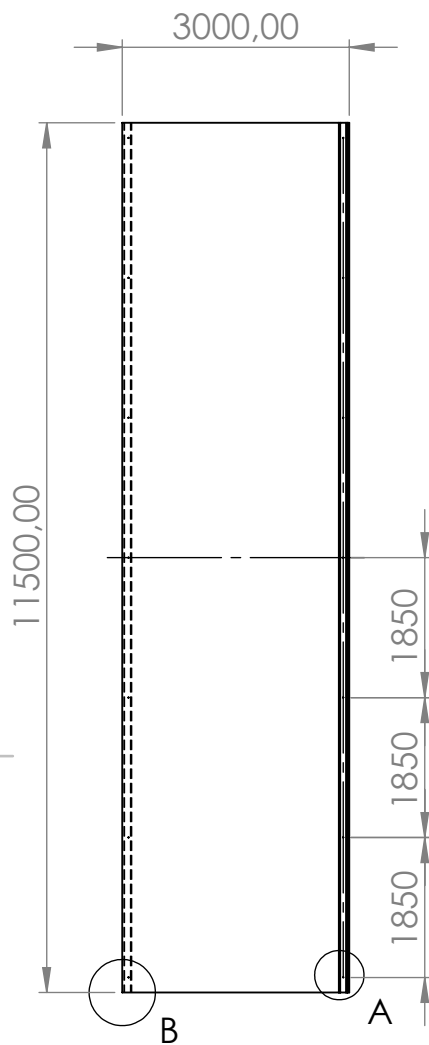
MODELO 60

Referencia: P2

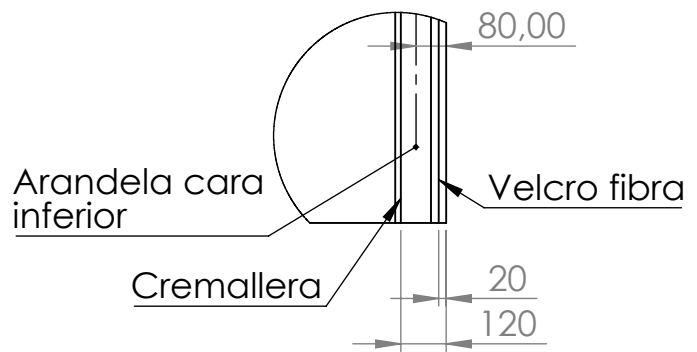
Sustituye a

Sustituido por

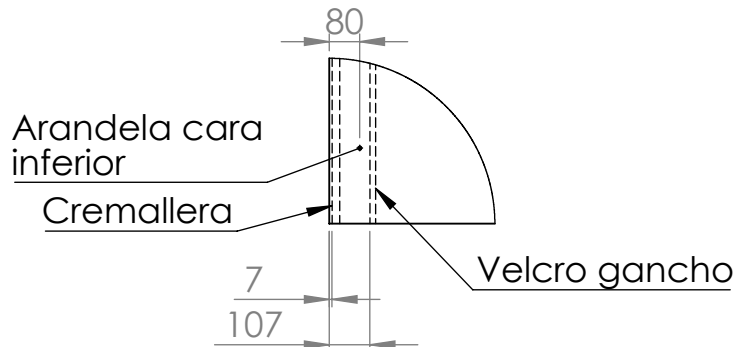






DETALLE A
ESCALA 1 : 20

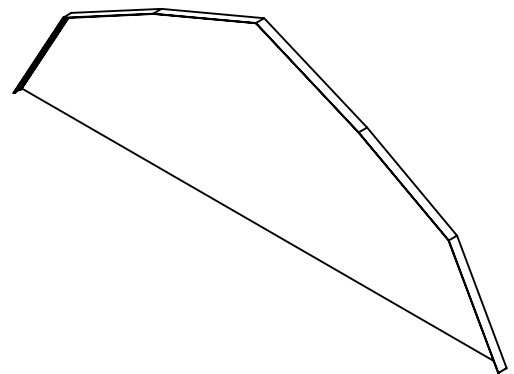
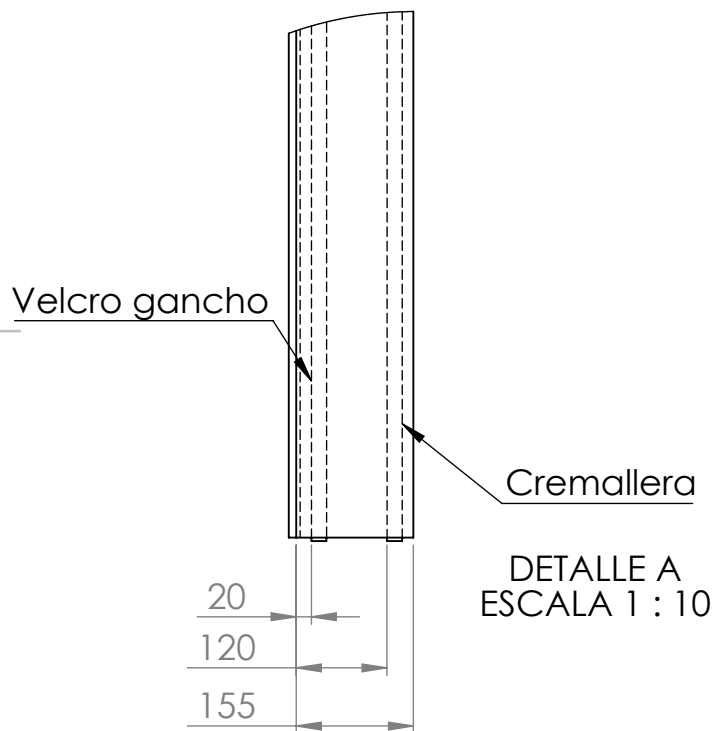
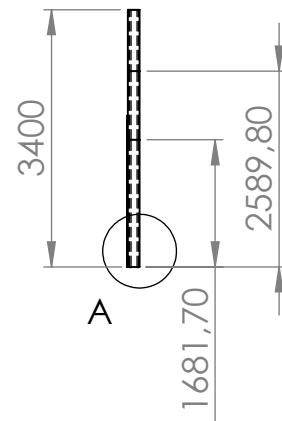
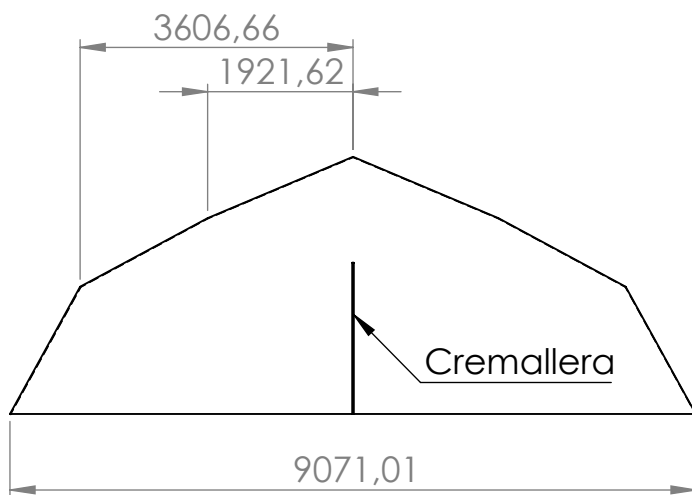




DETALLE B
ESCALA 1 : 20



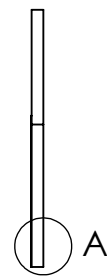
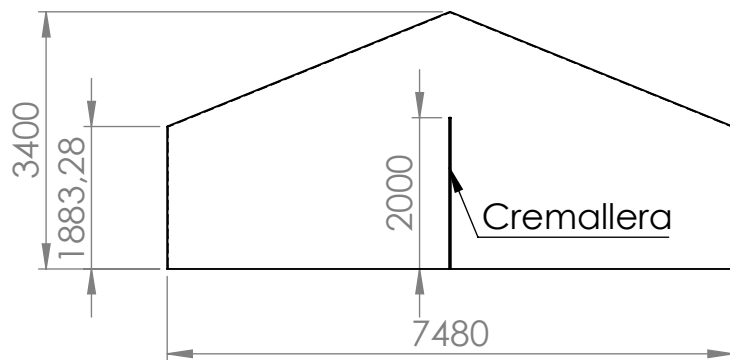
	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés			
Comprob.					
Id.s norma					
ESCALAS 1:100	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados				Número 3
Proyección 	Lona cubierta				Referencia
					Sustituye a
					Sustituido por





	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés			
Comprob.					
Id.s norma					
ESCALAS 1:100 1:10	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 4	
Proyección	LONA FRONTAL M60			Referencia: P4	
				Sustituye a	
				Sustituido por	

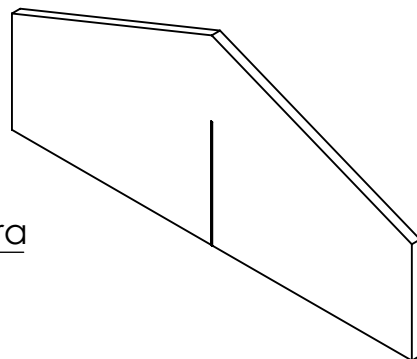
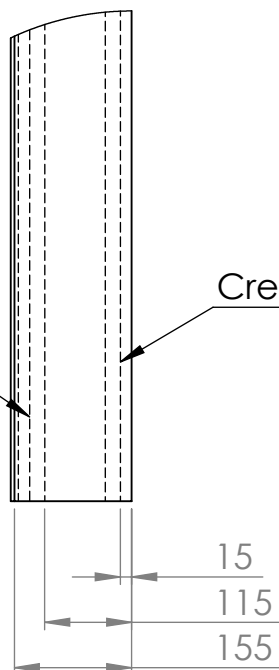






DETALLE A
ESCALA 1 : 10

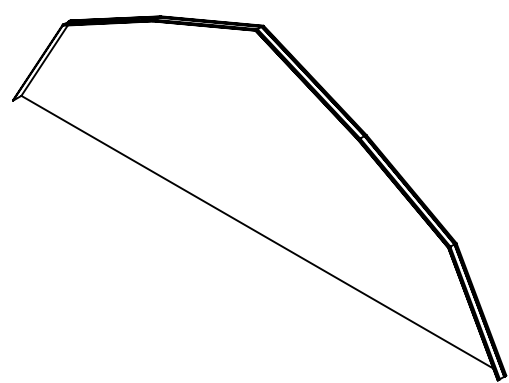
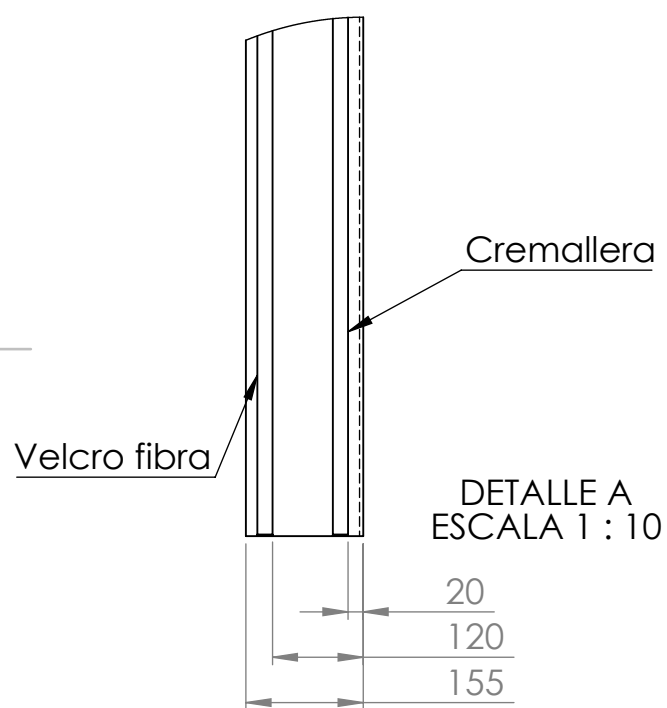
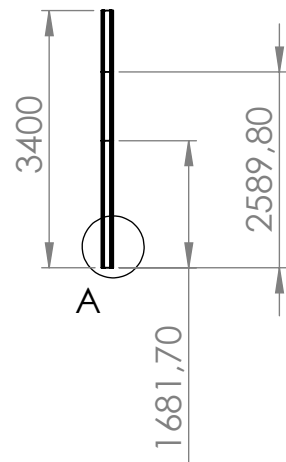
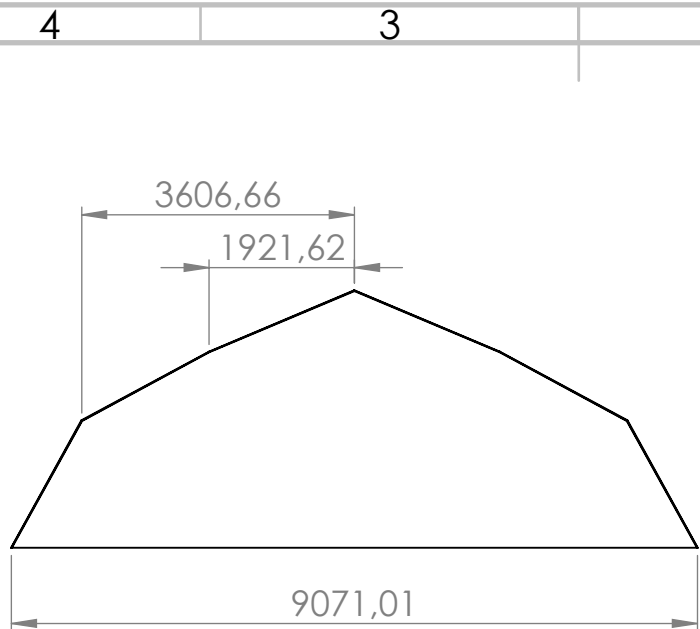
Velcro gancho

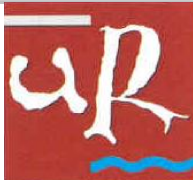

Cremallera



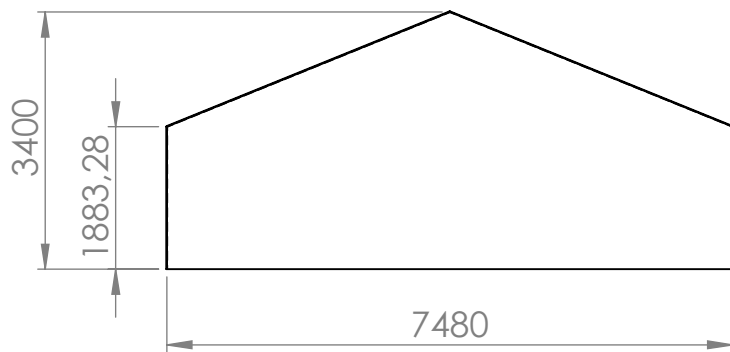
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1:100 1:10	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 5
Proyección 	LONA FRONTAL M90			Referencia: P5
				Sustituye a
				Sustituido por



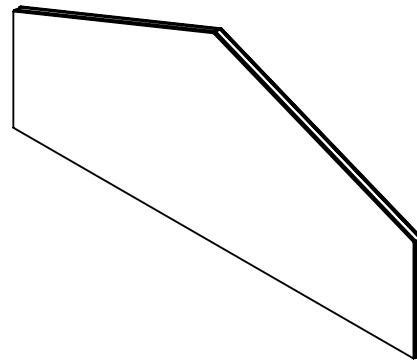
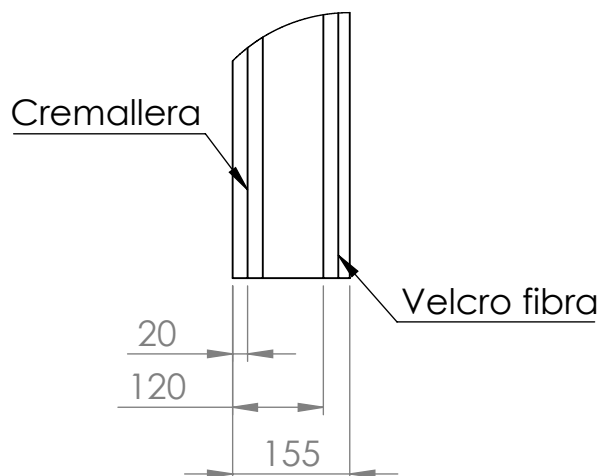




	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1:100 1:10	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 6
Proyección 	LONA TRASERA M60			Referencia: P6
				Sustituye a
				Sustituido por



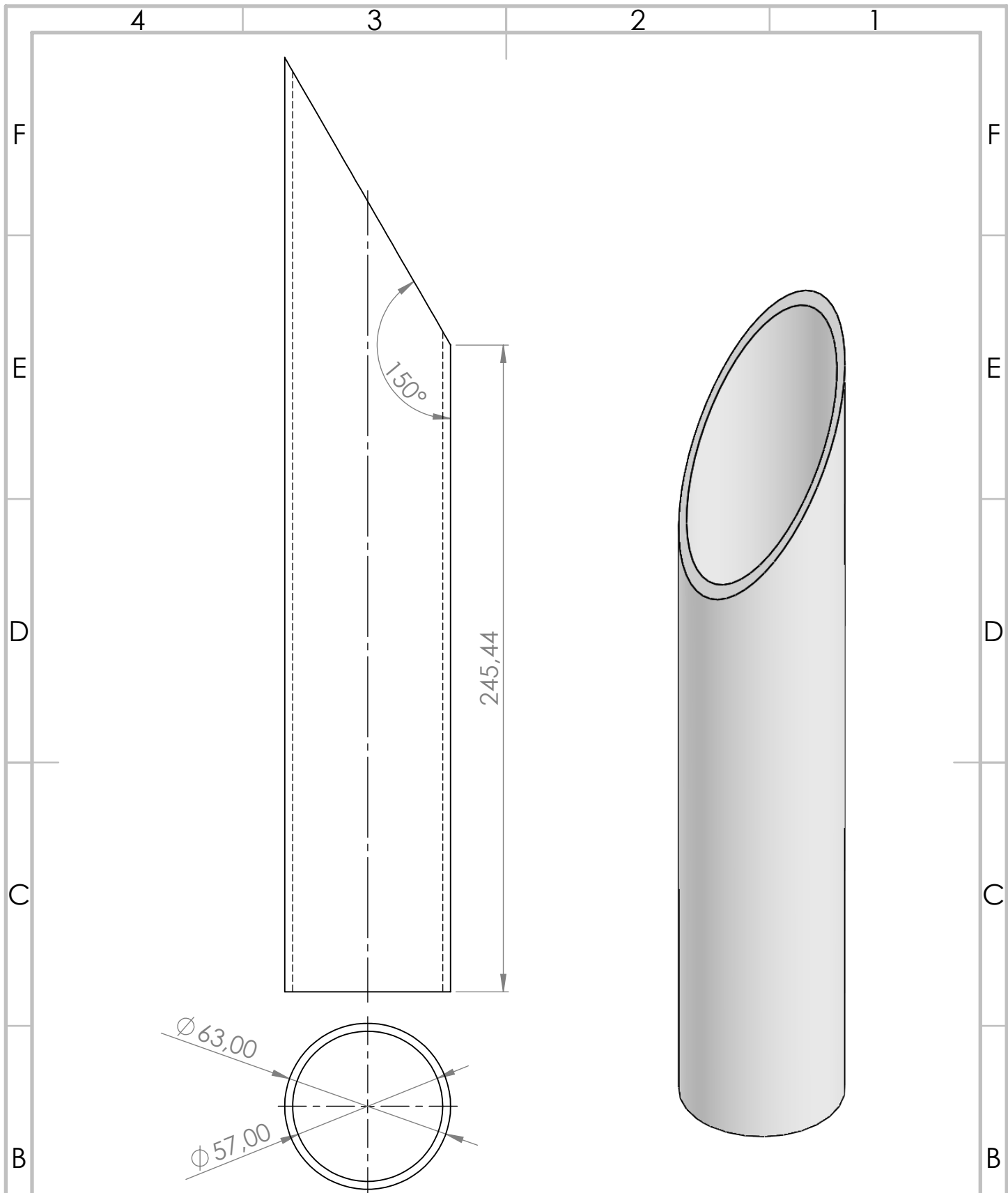


DETALLE A
ESCALA 1 : 10



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés			
Comprob.					
Id.s norma					
ESCALAS 1:100 1:10	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 7	
Proyección 	LONA TRASERA M90			Referencia: P7	
				Sustituye a	
				Sustituido por	





	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS 1:2
Proyección

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 8

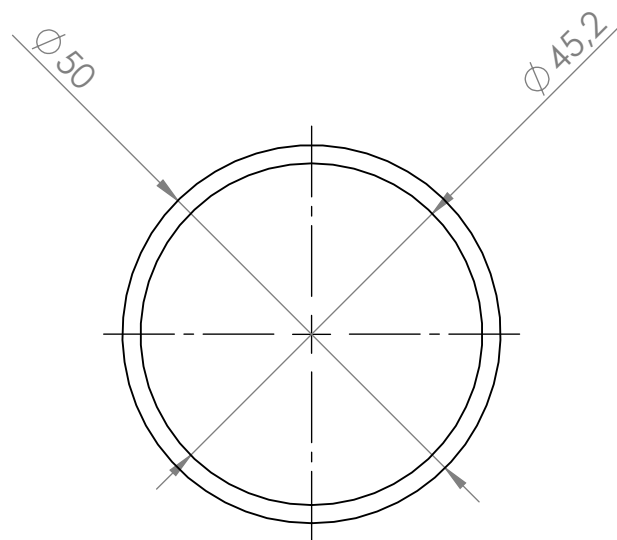
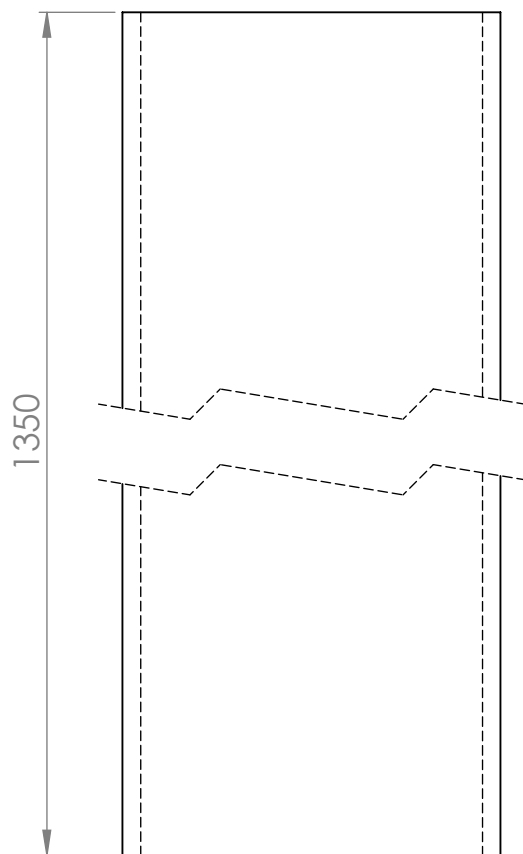
TUBO BASE DE PVC Tb_PVC

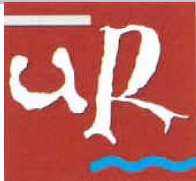

Referencia: P8

Sustituye a

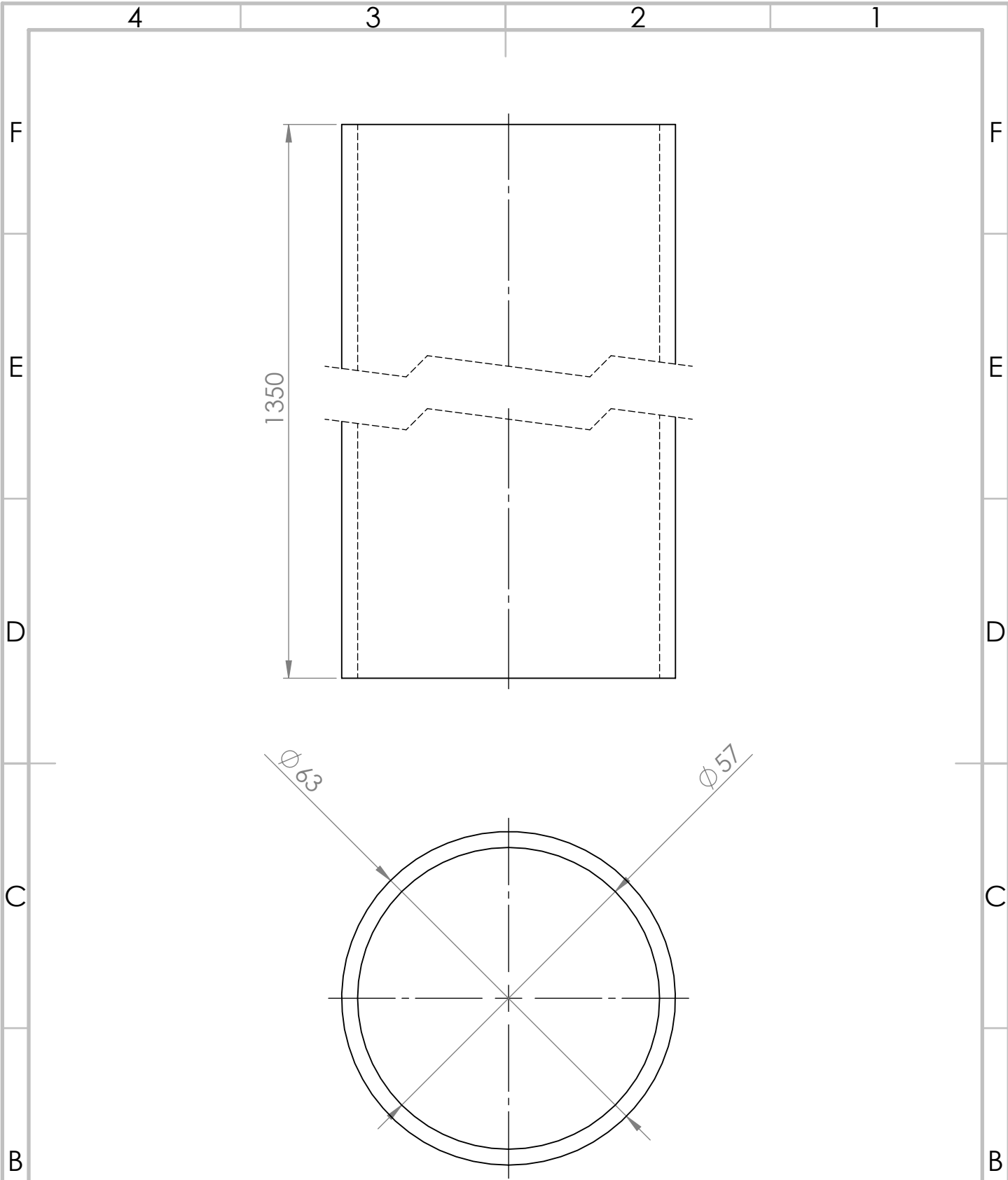
Sustituido por







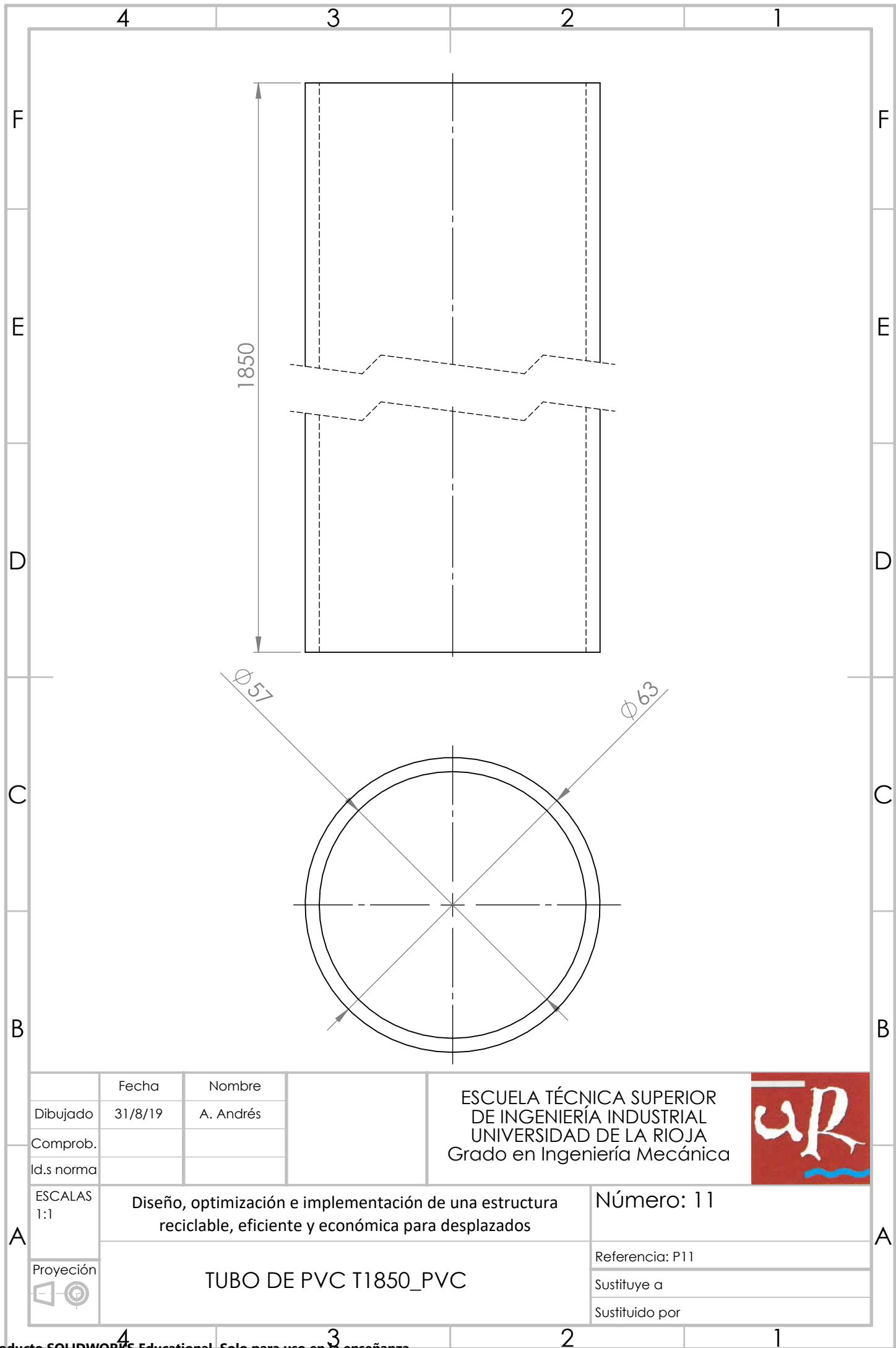
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1:1 Proyección 	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados		Número: 9	
	TUBO TRANSVERSAL PVC TL1350_PVC		Referencia: P9	
			Sustituye a Sustituido por	

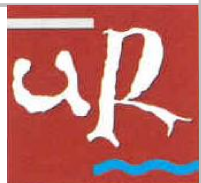





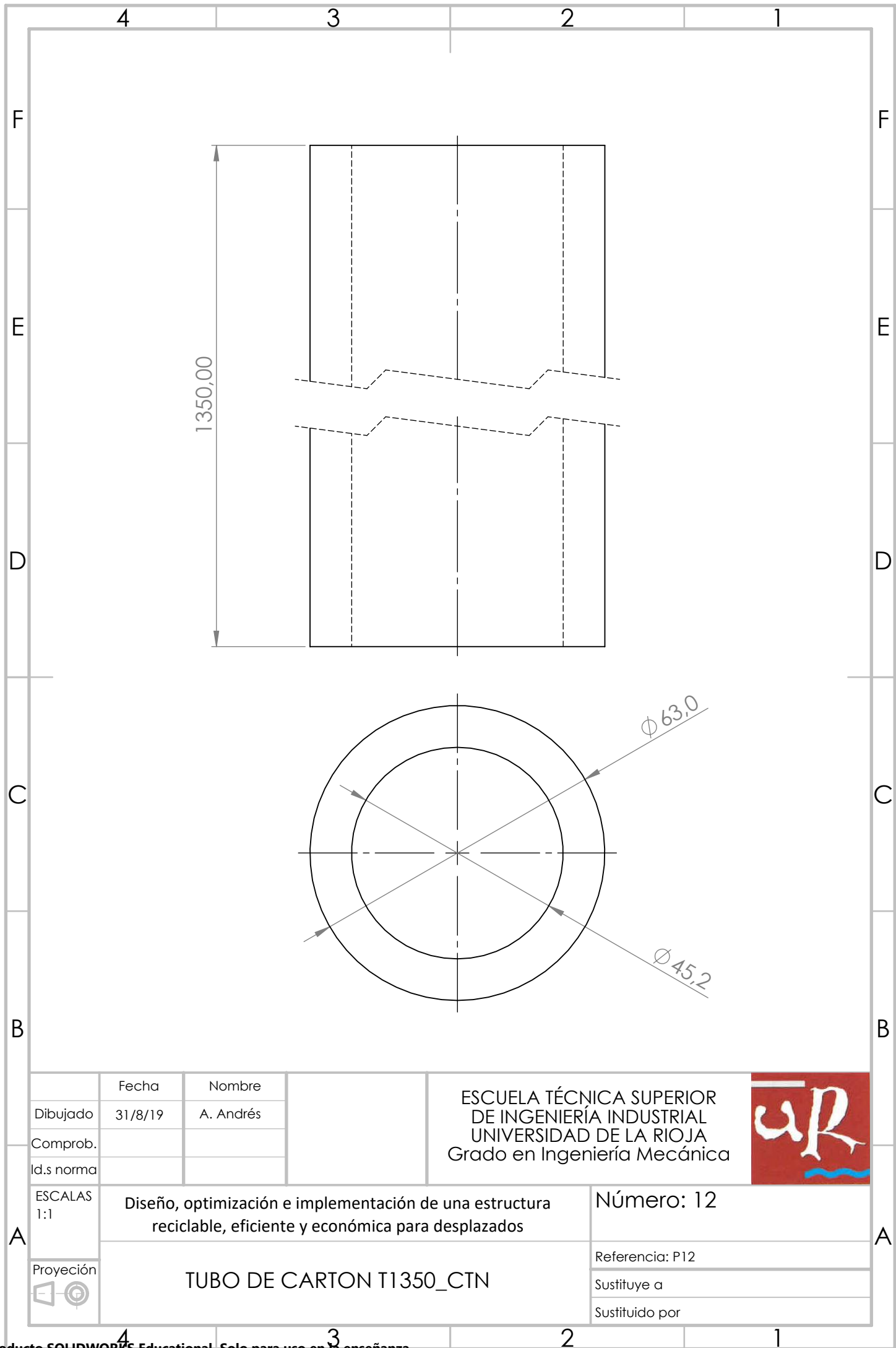
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1: 1	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 10
Proyección 	TUBO DE PVC T1350_PVC			Referencia: P10
				Sustituye a
				Sustituido por





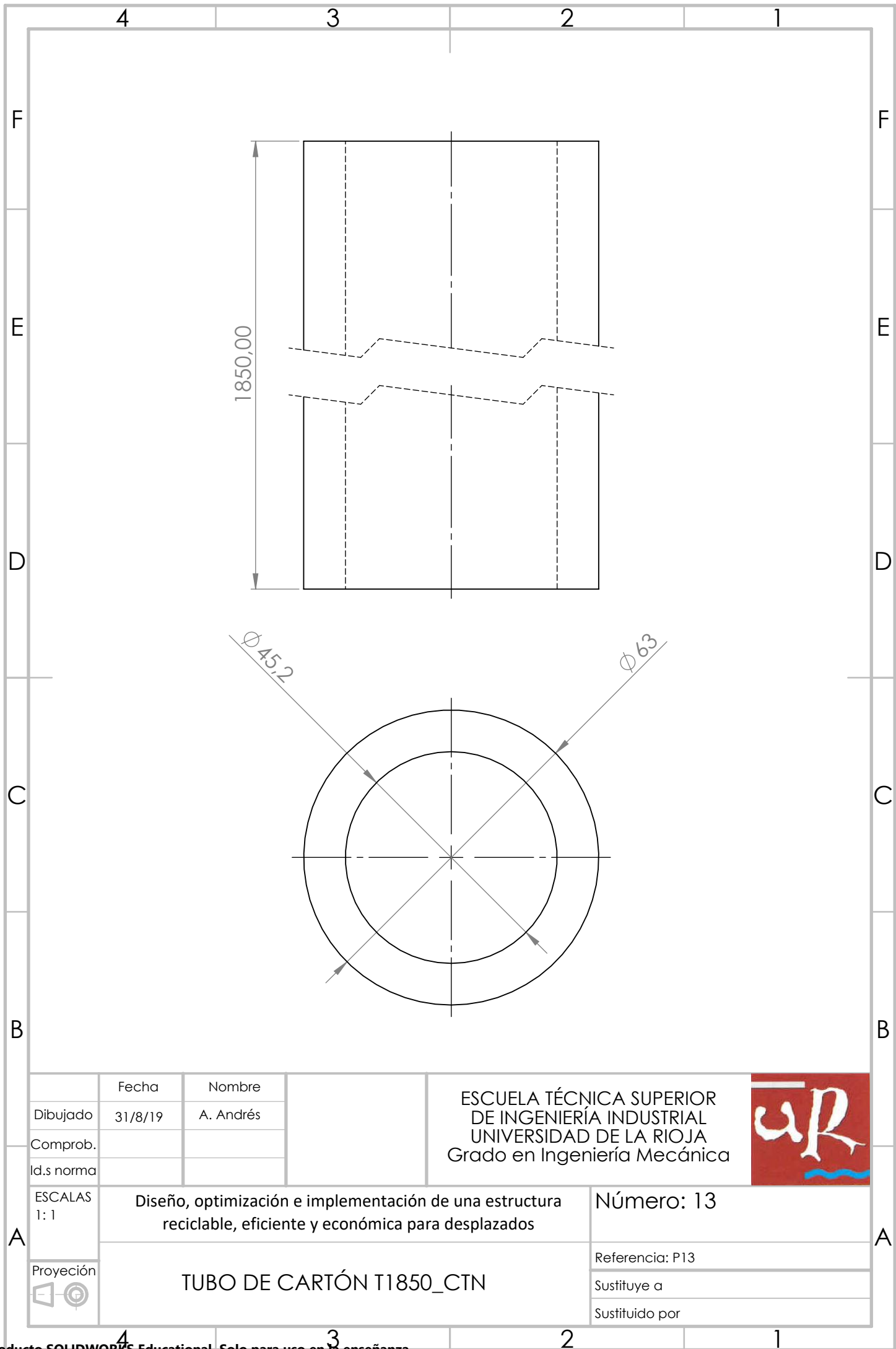
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1:1	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 11
Proyección 	TUBO DE PVC T1850_PVC			Referencia: P11
				Sustituye a
				Sustituido por





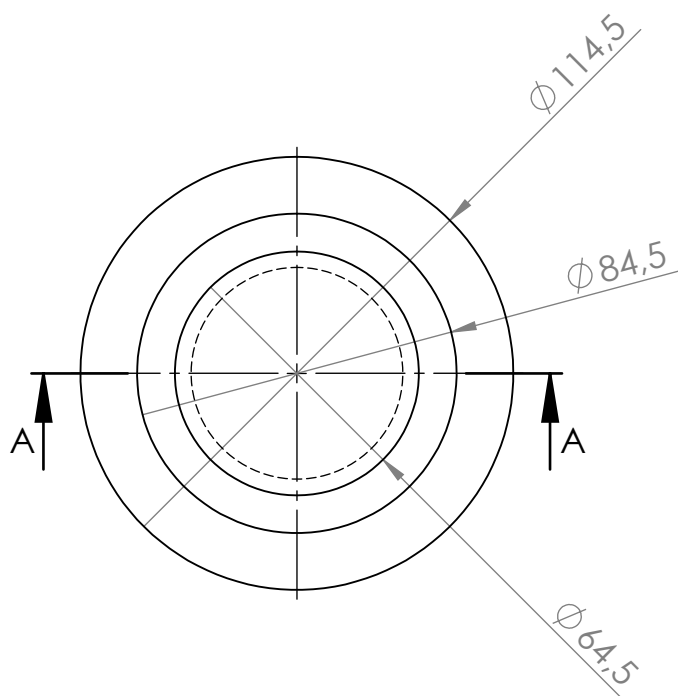
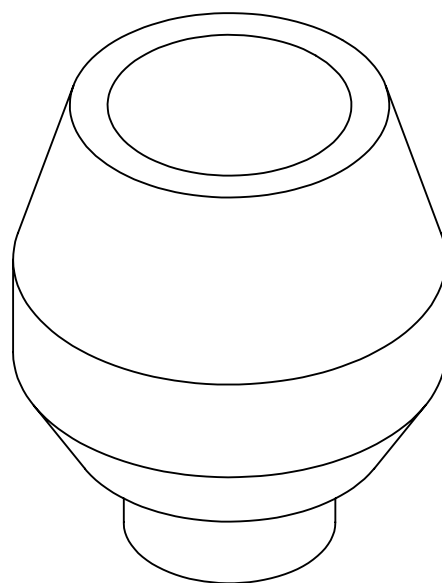
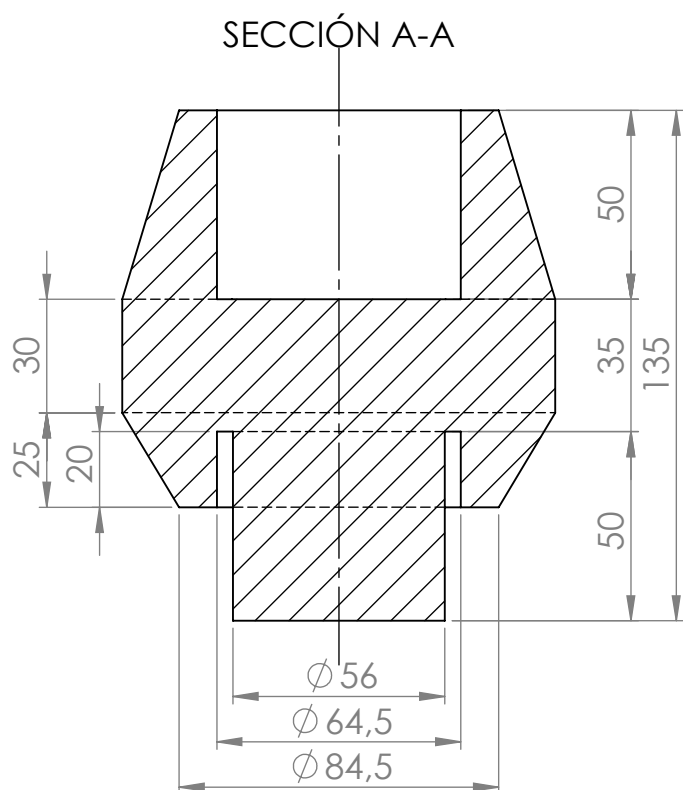
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1:1	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 12
	TUBO DE CARTON T1350_CTN			Referencia: P12
Sustituye a				
Sustituido por				
Proyección				

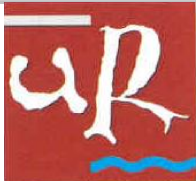




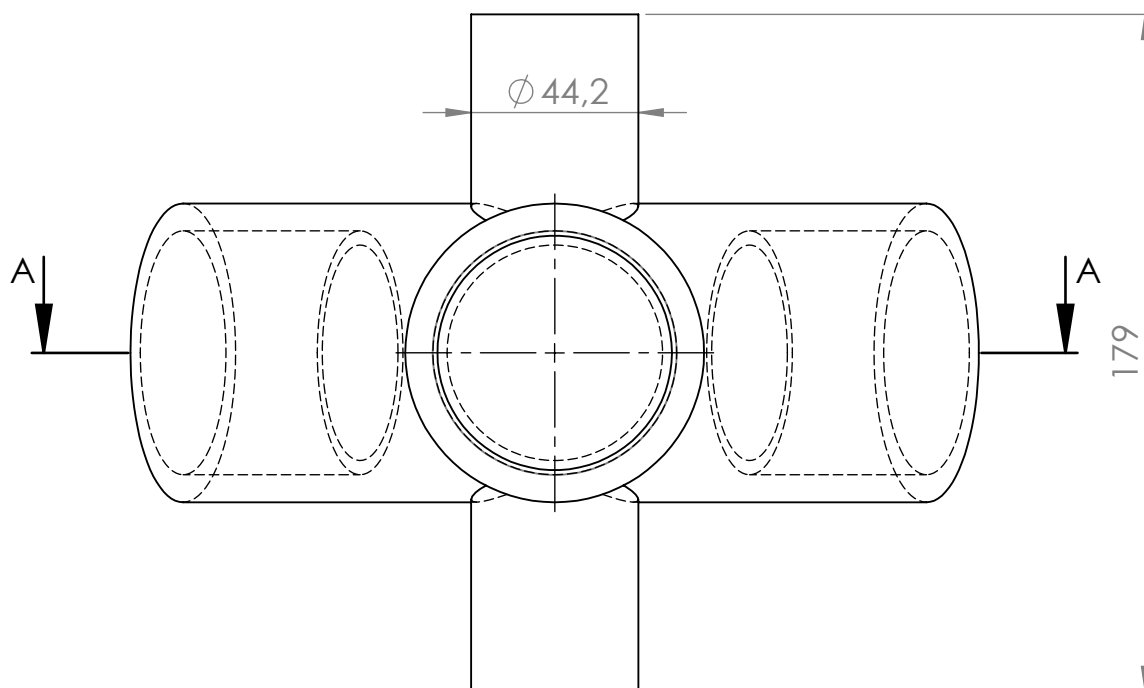
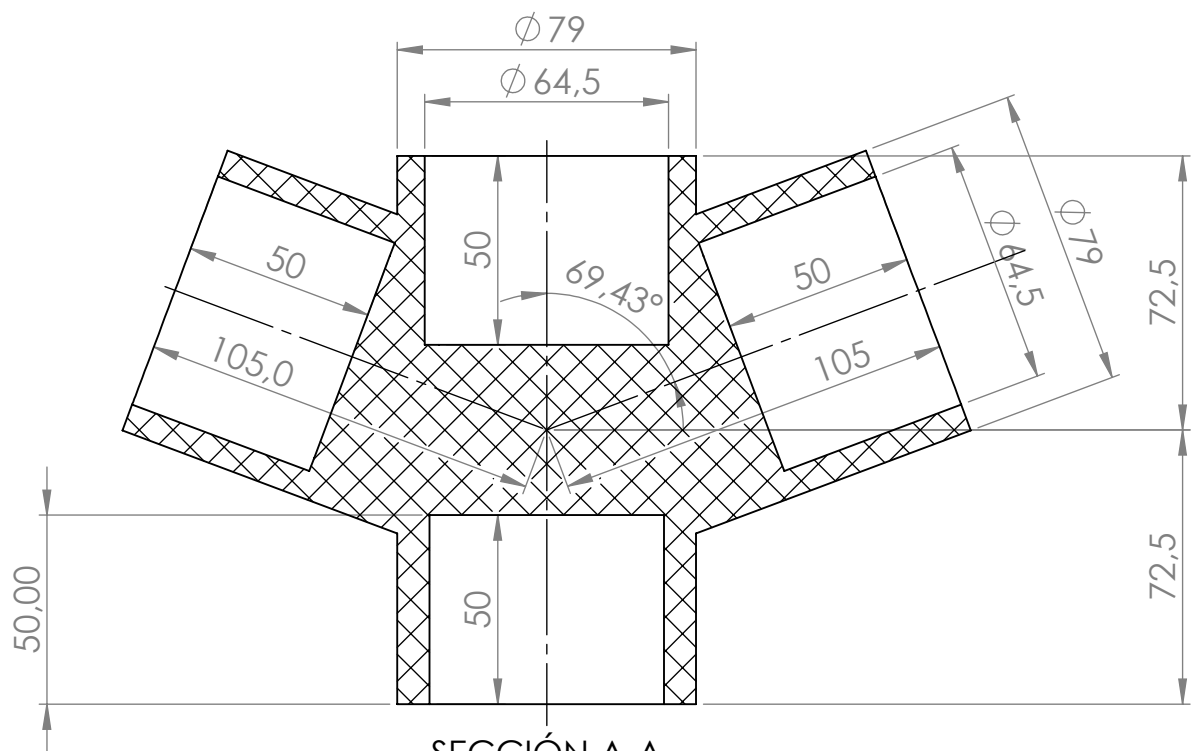
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1: 1	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 13
<div>Proyección</div> <div></div>	TUBO DE CARTÓN T1850_CTN			Referencia: P13
				Sustituye a
				Sustituido por





	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	31/8/19	A. Andrés		
Comprob.				
Id.s norma				
ESCALAS 1: 2	Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados			Número: 14
Proyección	UNIÓN TIPO B			Referencia: P14
				Sustituye a
				Sustituido por





	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS
1:2

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 15

Proyección



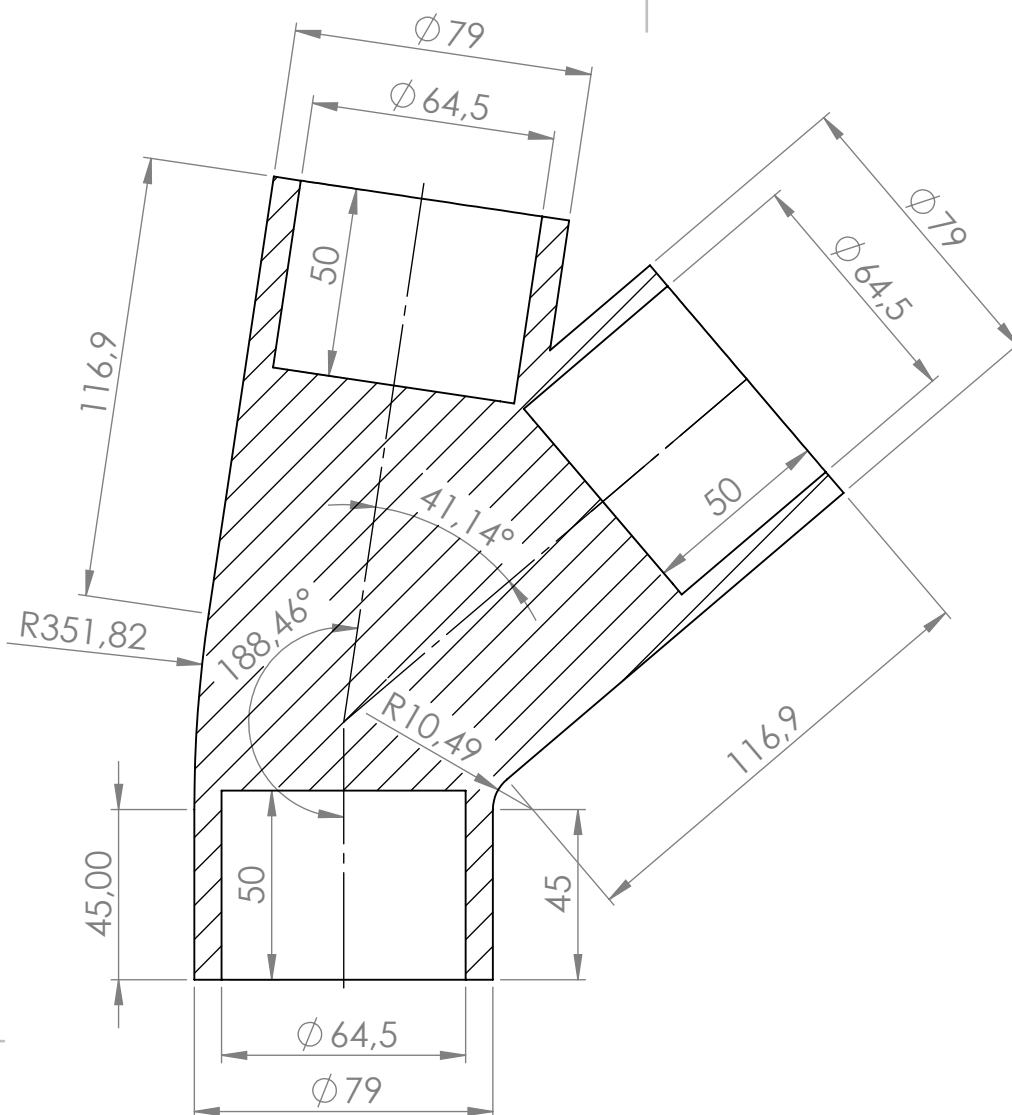
UNIÓN TIPO C

Referencia: P15

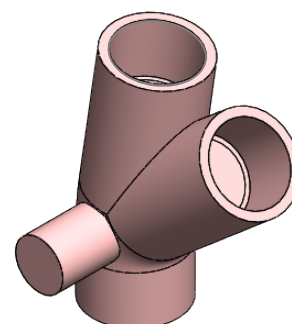
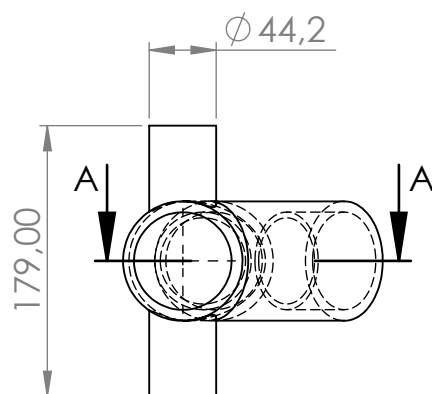
Sustituye a

Sustituido por





SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS
1: 5
1: 2

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 16



UNIÓN TIPO L1_60

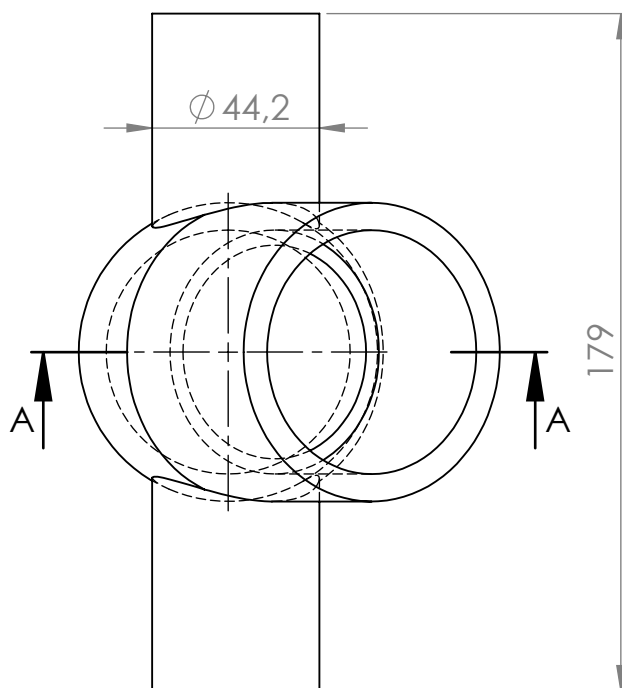
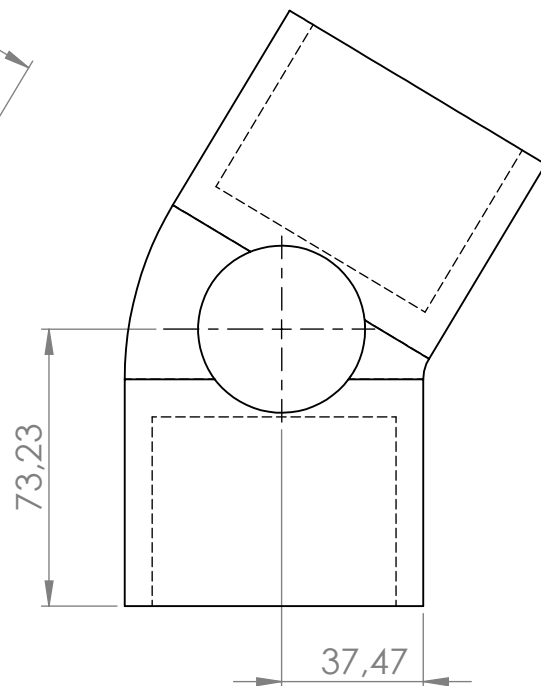
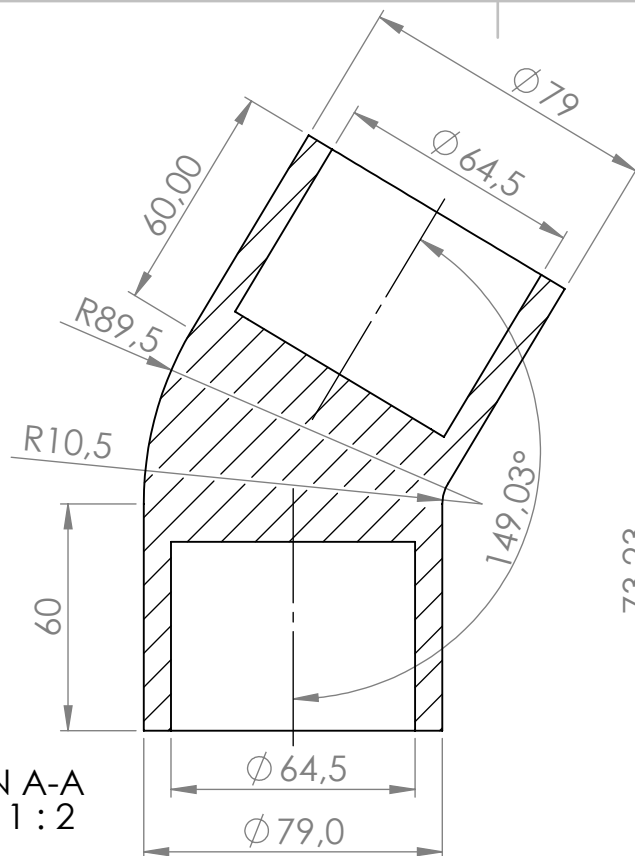
Referencia: P16

Sustituye a

Sustituido por



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS 1: 2
Proyección

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 17

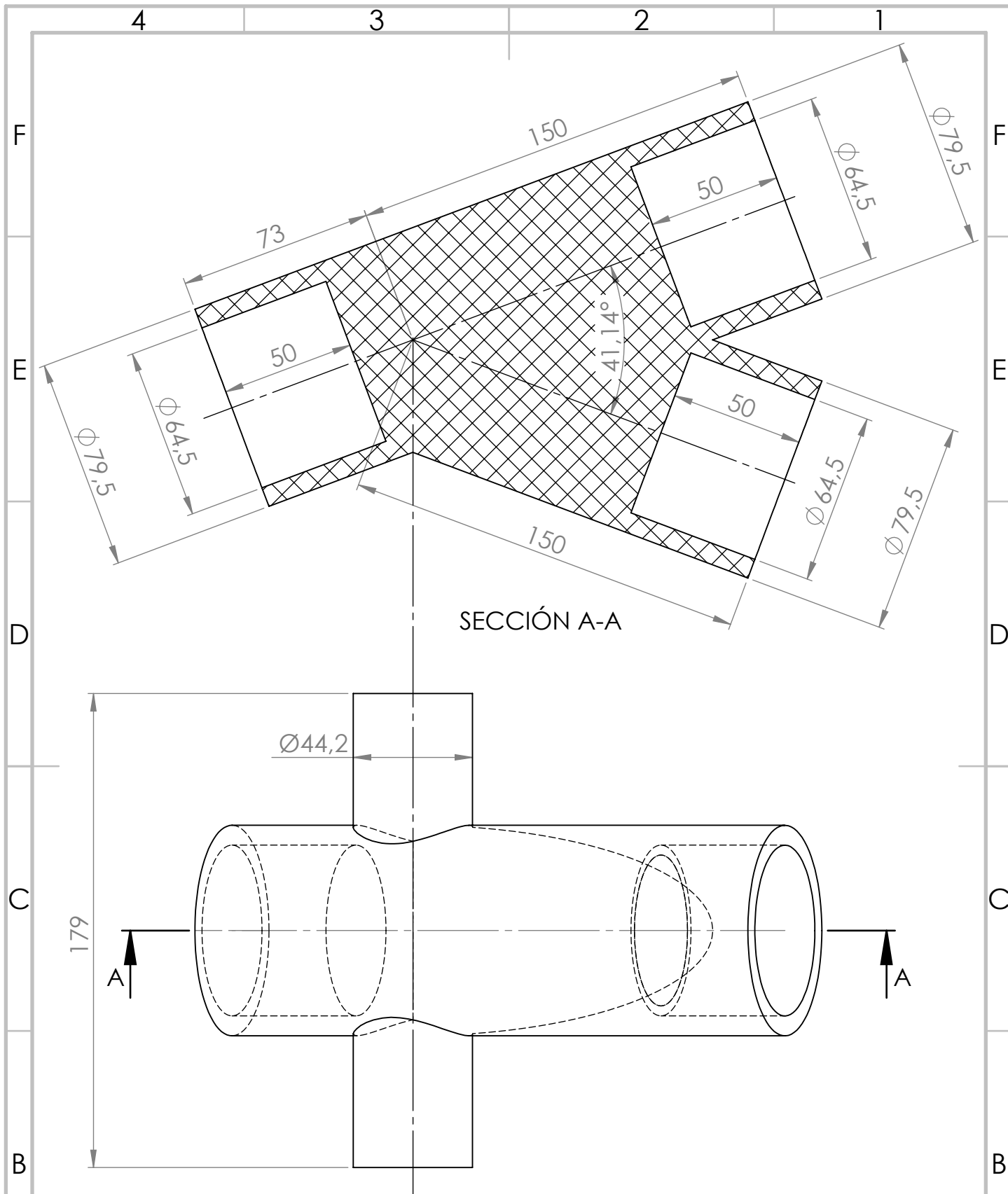
UNIÓN TIPO L2_60

Referencia: P17

Sustituye a

Sustituido por





	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS 1: 2
Proyección

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 18

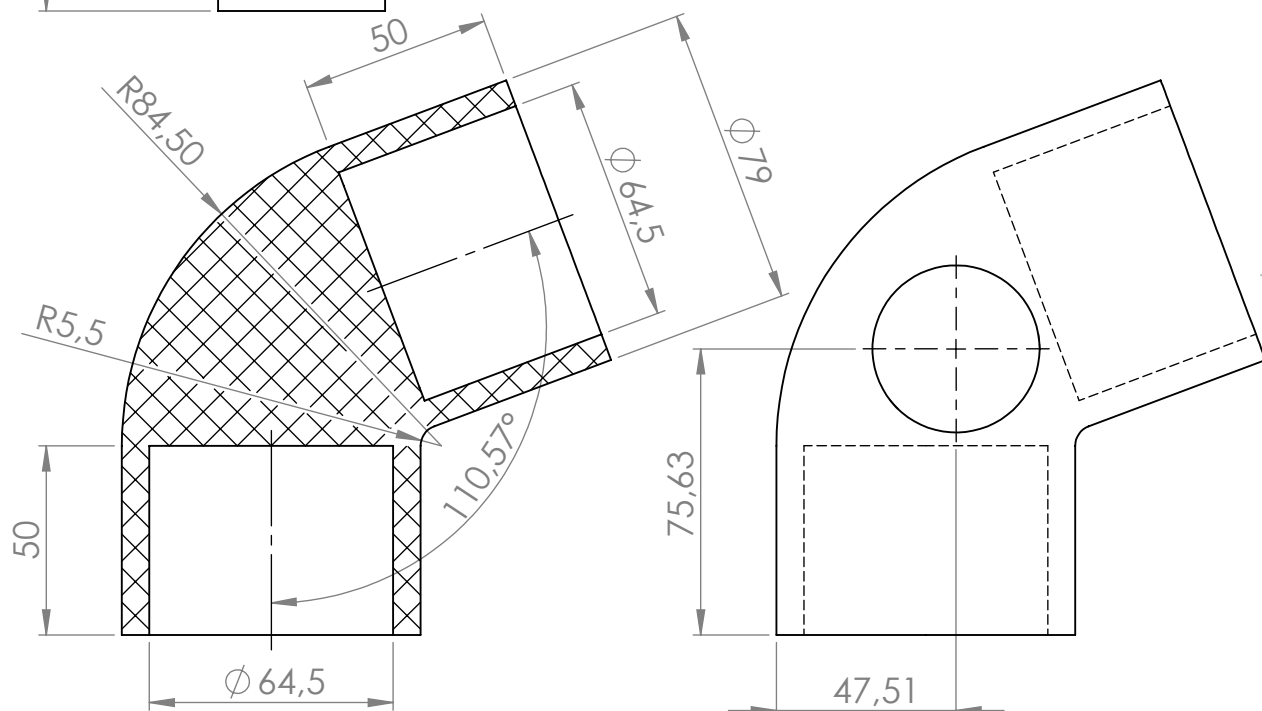
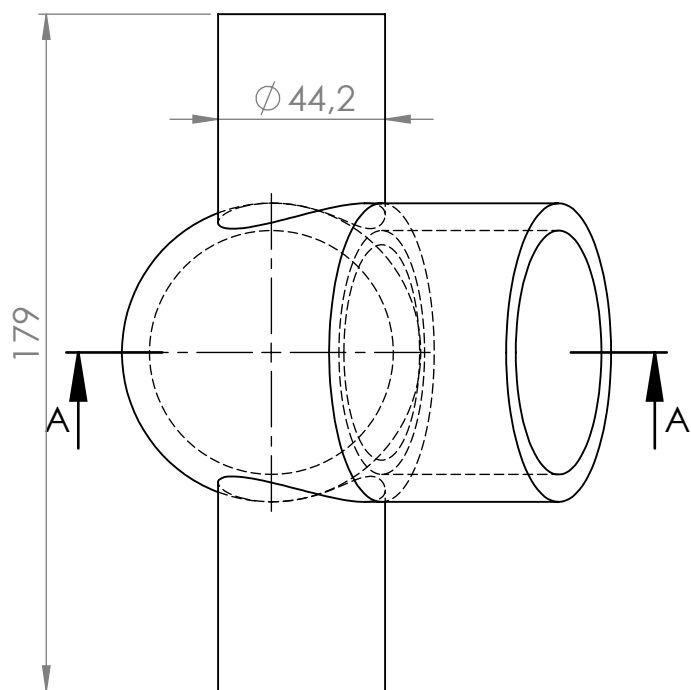
UNIÓN TIPO L1_90

Referencia: P18

Sustituye a

Sustituido por





SECCIÓN A-A

	Fecha	Nombre
Dibujado	31/8/19	A. Andrés
Comprob.		
Id.s norma		

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



ESCALAS 1:2
Proyección

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Número: 19

UNIÓN TIPO L2_90

Referencia: P19

Sustituye a

Sustituido por



PLIEGO DE CONDICIONES

Diseño, optimización e implementación de una estructura
reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar



Índice

<u>1</u>	<u>DISPOSICIONES Y ABARQUE DEL PLIEGO DE CONDICIONES</u>	<u>119</u>
1.1	OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	119
1.2	NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN	119
<u>2</u>	<u>ESPECIFICACIONES</u>	<u>119</u>
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	119
2.2	ESPECIFICACIONES DE LOS TUBOS	120
2.2.1	MATERIALES	120
2.2.2	DIMENSIONES	121
2.3	ESPECIFICACIONES DE LAS UNIONES	121
2.3.1	MATERIALES	121
2.3.2	DIMENSIONES	121
2.4	ESPECIFICACIONES DE LA LONA	121
2.4.1	MATERIALES	122
2.4.2	DIMENSIONES	122
<u>3</u>	<u>CONDICIONES GENERALES</u>	<u>122</u>
<u>4</u>	<u>CONDICIONES ADMINISTRATIVAS</u>	<u>122</u>
<u>5</u>	<u>CONDICIONES FACULTATIVAS</u>	<u>123</u>
5.1	MODIFICACIONES	123
<u>6</u>	<u>DISPOSICIÓN FINAL</u>	<u>123</u>



1 DISPOSICIONES Y ABARQUE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

La persona que ha realizado este proyecto ha cursado los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de La Rioja, cumpliendo con la normativa establecida por la Escuela Superior de Ingeniería Industrial en la normativa de Trabajo Fin de Grado.

1.1 Objetivo del pliego

El objeto de este Pliego de Condiciones es recoger y establecer todas las disposiciones técnicas, administrativas y económicas, y las normativas que ha de regir este proyecto.

El diseño de este proyecto y sus características han sido descritos en detalle en la memoria del proyecto, sus anexos y sus planos.

Las condiciones que se especifican en este documento tratan de cumplir con la calidad esperada para este proyecto. En caso de no realizarse según estas condiciones, el proyectista no se responsabilizará de los fallos o averías que puedan ocasionarse en su funcionamiento, y los problemas derivados repercutirían sobre terceras personas.

El pliego de condiciones define los siguientes aspectos:

- Descripción del proyecto
- Especificaciones de los componentes materiales y elementos constructivos del proyecto.
- Detalles de la ejecución del proyecto.
- Reglamentación y normativa aplicables al proyecto.

Todas las modificaciones que puedan sufrir el proyecto y sus documentos deberán ser aprobadas por el ingeniero o proyectista.

1.2 Normativa y reglamentación

2 ESPCIFICACIONES

En este apartado se detallan las características técnicas exigibles tanto a los componentes y materiales necesarios para su fabricación, como a la estructura una vez montada.

2.1 Descripción del proceso de fabricación

Las diversas partes que componen el proyecto se enumeran a continuación, quedando establecido este estricto orden, con la obligación de terminar la etapa anterior antes de empezar la posterior.

- Encargo y compra de los materiales y componentes necesarios.
- Fabricación de las uniones y tubos.
- Montaje de los pórticos que componen la estructura que se realizará de siguiendo las siguientes instrucciones:
 - Replanteo de la localización.
 - Colocación de piezas base.
 - Montaje de columna central en suelo.
 - Colocación de columnas laterales sobre las bases.
 - Levantamiento a de la columna y colocación sobre la base.
 - Unión de la columna central a las columnas laterales mediante los tubos intermedios.
 - Levantamiento de resto de pórticos
 - Colocación de la lona de cubrición.
 - Unión de las lonas mediante el sistema de velcro y cremallera.
- Colocación de lona plástica como cubierta.
- Adecuación del interior del para el uso previsto.

Todas las fases descritas que en su conjunto forman la obra, deberán ser ejecutadas por operarios que se someterán a las normas de la comunidad autónoma, país o bien comunidades internacionales tenga previstas para este tipo de procesos de fabricación y montaje, no haciéndose responsable el proyectista de los desperfectos ocasionados por el incumplimiento.

2.2 Especificaciones de los tubos

En este punto se enumeran las características técnicas exigibles a los tubos necesarios para el montaje de la estructura:

2.2.1 MATERIALES

Para los tubos de PVC, de acuerdo con la norma UNE-EN 1456, las especificaciones técnicas han de ser:

Tabla 5 Especificaciones materiales de los tubos de PVC

Propiedad	Valor
Peso específico	13.729,31 N/m ³
Módulo de elasticidad a largo plazo	1.750 MPa
Límite elástico	50 MPa
Coeficiente de Poisson	0,35
Temperatura de reblandecimiento Vicat	> 80 °C

Para los tubos de cartón las especificaciones técnicas han de ser:

Tabla 6 Especificaciones materiales de los tubos de cartón

Propiedad	Valor
Peso específico	12740 N/ m ³
Módulo de elasticidad	4.000 MPa
Módulo de cortadura	2.363 MPa
Límite elástico	9,83 MPa

2.2.2 DIMENSIONES

Las dimensiones de los tubos estarán acordes a las especificadas en el documento “Planos”.

2.3 Especificaciones de las uniones

En este punto se enumeran las características técnicas exigibles a las uniones de los tubos necesarias para el montaje de la estructura:

2.3.1 MATERIALES

Para el caso de las uniones fabricadas con ABS inyectado:

Tabla 7 Especificaciones materiales del ABS (Fuente SOLIDWORKS)

Característica	Valor
Peso específico	9.996 N/ m ³
Módulo de elasticidad	2.000 MPa
Módulo de cortadura	3.189 MPa
Límite elástico	50 MPa
Coeficiente de Poisson	0,394

Para el caso de las uniones fabricadas con PLA mediante impresión 3D:

Tabla 8 Especificaciones materiales del PLA impreso (Letcher & Waytashek, 2014)

Característica	Valor
Peso específico	9.996 N/ m ³
Módulo de elasticidad	3.330 MPa
Límite elástico	54,01 MPa
Relleno	25%
Altura de capa	0,3 mm

2.3.2 DIMENSIONES

Las dimensiones de las uniones estarán acordes a las especificadas en el documento “Planos”.

2.4 Especificaciones de la lona

En este punto se enumeran las características técnicas exigibles a las uniones de los tubos necesarias para el montaje de la estructura:

2.4.1 MATERIALES

La lona utilizada deberá poseer las siguientes características técnicas:

Tabla 9 Especificaciones materiales de la lona

Propiedad	Norma	Valor
Soporte		110 dTex PES HT
Revestimiento		PVC (Lowick)
Ancho		300 cm
Peso total	NF EN ISO 2286-2	680 g/m ²
Resistencia a la rotura	NF EN ISO 1421	260/245 daN
Resistencia al desgarro	DIN 53363	32/28 daN
Resistencia al frío	NF EN 1876-2	-30 °C
Resistencia al calor (Test 24 h)		+70 °C
Adherencia	NF EN ISO 2411	10 daN/5 cm
Unión de piezas de lona		Soldadura de alta freq.

2.4.2 DIMENSIONES

Las dimensiones de la lona estarán acordes a las especificadas en el documento “Planos”.

3 CONDICIONES GENERALES

Este proyecto se ajusta a los reglamentos y normativas electrónicas vigentes. Una vez terminado el proyecto se podrán llevar a cabo modificaciones, pero siempre bajo la supervisión del proyectista.

La propiedad intelectual del autor y director del Trabajo Fin de Grado se registrará por el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual.

4 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- Un Índice General que indica la página de comienzo de cada uno de los documentos que forman el proyecto.
- Una Memoria donde se consideran las necesidades a satisfacer y los factores técnicos a tener en cuenta entrando en profundidad en las posibles soluciones técnicas y en la justificación de la solución elegida.
- Anexos donde se recoge la documentación considerada de interés para ampliar la descripción detallada de los componentes del proyecto.
- Pliego de Condiciones, este documento en el que se establecen las diferentes condiciones técnicas, económicas y administrativas para que proyecto pueda materializarse, evitando posibles malinterpretaciones.
- Mediciones, define y determina las unidades de cada partida que configuran la totalidad de del producto.

- Presupuesto donde se recoge el coste de todos los componentes utilizados y la suma total que, junto a la mano de obra, dará el coste final del proyecto. Dicho presupuesto contiene la valoración económica global, desglosada y ordenada por partidas.

5 CONDICIONES FACULTATIVAS

La dirección del montaje será llevada a cabo, en su totalidad por el ingeniero proyectista, o por cualquier otra persona en la que éste delegue, atendiendo a la capacidad de dicha persona para responsabilizarse de dicha dirección.

Una vez realizada la instalación, ésta podrá ser utilizada por cualquier persona con conocimientos demostrables suficientes sobre el sistema y sus componentes, las tecnologías implicadas y el funcionamiento global y, por partes, del sistema.

En caso de avería o pérdida de información por una utilización incorrecta, el ingeniero proyectista o la persona en la que haya delegado la dirección del proyecto, quedan exentas de responsabilidad.

5.1 Modificaciones

En el caso de que fuera necesario realizar alguna modificación en el presente proyecto, deberá comunicarse con anterioridad a su realización al Ingeniero proyectista, que será quien deberá dar la correspondiente autorización.

En caso de realizarse modificaciones en la instalación que no hayan sido previamente comunicadas y autorizadas por el Ingeniero proyectista, las consecuencias que dichos cambios puedan ocasionar serán de total responsabilidad del instalador que las realice.

Respecto a los cambios en la instalación realizados por el propietario de la misma, no serán tratados de forma especial y, en ningún caso, quedarán eximidos de la autorización del Ingeniero proyectista

6 DISPOSICIÓN FINAL

Las partes contratantes, tanto la dirección del proyecto como el cliente, se ratifican en el contenido del presente pliego de condiciones, que tiene igual validez, a todos los efectos, que una escritura pública, prometiendo su fiel cumplimiento.



En Logroño a 31 de agosto de 2019

El estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica:

Fdo.: Arturo Andrés Valdemoros

MEDICIONES

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar





Índice

<u>1</u>	<u>MEDICIONES</u>
-----------------	--------------------------

<u>129</u>



1 MEDICIONES

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 01 Modelo 60 PVC							
01.01	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		27	1,85			49,95	
		3	1,35			4,05	
		9	0,30			2,70	
							56,70
01.02	m Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		12	1,30			15,60	
							15,60
01.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.						
		9				9,00	
							9,00
01.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
01.05	u Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
01.06	u Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
01.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.						
		1	11,50	3,00		34,50	
		2			22,96	45,92	
							80,42
01.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda i/lona lista para su uso.						
		4				4,00	
							4,00



MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 Modelo 60 cartón							
02.01	m Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.						
		27	1,85			49,95	
		15	1,35			20,25	
							70,20
02.02	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		9	0,30			2,70	
							2,70
02.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.						
		9				9,00	
							9,00
02.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
02.05	u Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
02.06	u Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
02.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.						
		1	11,50	3,00		34,50	
		2			22,96	45,92	
							80,42
02.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda /lona lista para su uso.						
		4				4,00	
							4,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 03 Modelo 90 PVC							
03.01	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		27	1,85			49,95	
		3	1,35			4,05	
		9	0,30			2,70	
							56,70
03.02	m Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		12	1,30			15,60	
							15,60
03.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.						
		9				9,00	
							9,00
03.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
03.05	u Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
03.06	u Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
03.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.						
		1	11,50	3,00		34,50	
		2			22,43	44,86	
							79,36
03.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda iñona lista para su uso.						
		4				4,00	
							4,00



MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 04 Modelo 90 cartón							
04.01	m Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.						
		27	1,85			49,95	
		15	1,35			20,25	
							70,20
04.02	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.						
		9	0,30			2,70	
							2,70
04.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.						
		9				9,00	
							9,00
04.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
04.05	u Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
04.06	u Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.						
		6				6,00	
							6,00
04.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.						
		1	11,50	3,00		34,50	
		2			22,43	44,86	
							79,36
04.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda iñona lista para su uso.						
		4				4,00	
							4,00

En Logroño a 31 de agosto de 2019

El estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica:

Fdo.: Arturo Andrés Valdemoros

PRESUPUESTO

Diseño, optimización e implementación de una estructura reciclable, eficiente y económica para desplazados

Autor: Arturo Andrés Valdemoros

Tutores: Alpha Verónica Pernía Espinoza
Eduardo Martínez de Pisón Ascacíbar



Índice

<u>1</u>	<u>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES</u>	<u>137</u>
<u>2</u>	<u>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA</u>	<u>137</u>
<u>3</u>	<u>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS TOTALES</u>	<u>137</u>
<u>4</u>	<u>CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS</u>	<u>138</u>
<u>5</u>	<u>PRESUPUESTOS PARCIALES</u>	<u>142</u>
<u>6</u>	<u>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</u>	<u>146</u>



1 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES

LISTADO DE MATERIALES (Pres)

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MTPCT	m	Tubo de cartón Ø63	1,16
MLONA	m2	Lona PVC	3,98
MTLPVC	m	Tubería PVC-U Ø50 PN10	2,93
MTPCT	m	Tubo de cartón Ø63	1,16
MTPPVC	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10	4,06

2 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA

LISTADO DE MANO DE OBRA (Pres)

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
O	h	Operario	17,00

3 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS TOTALES

LISTADO DE MATERIALES (Pres)

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MLONA	m2	Lona PVC	3,98
MTLPVC	m	Tubería PVC-U Ø50 PN10	2,93
MTPCT	m	Tubo de cartón Ø63	1,16
MTPPVC	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10	4,06
O	h	Operario	17,00



4 CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 Modelo 60 PVC			
01.01	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	4,06
		CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
01.02	m	Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	2,93
		DOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.03	u	Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,37
		NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
01.04	u	Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	9,63
		NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.05	u	Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.	10,14
		DIEZ EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
01.06	u	Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.	8,81
		OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMO	
01.07	m2	Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	3,98
		TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
01.08	h	Instalación tienda Instalación completa de tienda iflona lista para su uso.	17,00
		DIECISIETE EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 Modelo 60 cartón			
02.01	m	Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.	1,16
		UN EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
02.02	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	4,06
		CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
02.03	u	Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,37
		NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.04	u	Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	9,63
		NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
02.05	u	Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.	10,14
		DIEZ EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
02.06	u	Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.	8,81
		OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	
02.07	m2	Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	3,98
		TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
02.08	h	Instalación tienda Instalación completa de tienda iflona lista para su uso.	17,00
		DIECISIETE EUROS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 Modelo 90 PVC			
03.01	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	4,06
		CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
03.02	m	Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	2,93
		DOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
03.03	u	Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,37
		NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
03.04	u	Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	9,63
		NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
03.05	u	Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.	10,49
		DIEZ EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
03.06	u	Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.	8,90
		OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
03.07	m2	Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	3,98
		TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
03.08	h	Instalación tienda Instalación completa de tienda iflona lista para su uso.	17,00
		DIECISIETE EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 Modelo 90 cartón			
04.01	m	Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.	1,16
		UN EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
04.02	m	Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	4,06
		CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
04.03	u	Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,37
		NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
04.04	u	Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	9,63
		NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
04.05	u	Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.	10,49
		DIEZ EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
04.06	u	Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.	8,90
		OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
04.07	m2	Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	3,98
		TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
04.08	h	Instalación tienda Instalación completa de tienda i/lona lista para su uso.	17,00
		DIECISIETE EUROS	



5 PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Modelo 60 PVC				
01.01	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	56,70	4,06	230,20
01.02	m Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	15,60	2,93	45,71
01.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,00	9,37	84,33
01.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	6,00	9,63	57,78
01.05	u Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.	6,00	10,14	60,84
01.06	u Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.	6,00	8,81	52,86
01.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	80,42	3,98	320,07
01.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda lista para su uso.	4,00	17,00	68,00
TOTAL CAPÍTULO 01 Modelo 60 PVC				919,79

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Modelo 60 cartón				
02.01	m Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.			
		70,20	1,16	81,43
02.02	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.			
		2,70	4,06	10,96
02.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.			
		9,00	9,37	84,33
02.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	9,63	57,78
02.05	u Unión tipo L1_60 Unión tipo L1_60 fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	10,14	60,84
02.06	u Unión tipo L2_60 Unión tipo L2_60 fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	8,81	52,86
02.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.			
		80,42	3,98	320,07
02.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda (lona lista para su uso).			
		4,00	17,00	68,00
TOTAL CAPÍTULO 02 Modelo 60 cartón				736,27

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Modelo 90 PVC				
03.01	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	56,70	4,06	230,20
03.02	m Tubería PVC-U Ø50 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, según UNE-EN 1452.	15,60	2,93	45,71
03.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.	9,00	9,37	84,33
03.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.	6,00	9,63	57,78
03.05	u Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.	6,00	10,49	62,94
03.06	u Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.	6,00	8,90	53,40
03.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.	79,36	3,98	315,85
03.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda /lona lista para su uso.	4,00	17,00	68,00
TOTAL CAPÍTULO 03 Modelo 90 PVC				918,21



PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Modelo 90 cartón				
04.01	m Tubo cartón Ø63 Tubo de cartón, de 6 mm de diámetro exterior y 8,9 mm de espesor.			
		70,20	1,16	81,43
04.02	m Tubería PVC-U Ø63 PN10 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, según UNE-EN 1452.			
		2,70	4,06	10,96
04.03	u Unión tipo B Unión tipo B fabricada con ABS inyectado.			
		9,00	9,37	84,33
04.04	u Unión tipo C Unión tipo C fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	9,63	57,78
04.05	u Unión tipo L1_90 Unión tipo L1_90 fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	10,49	62,94
04.06	u Unión tipo L2_90 Unión tipo L2_90 fabricada con ABS inyectado.			
		6,00	8,90	53,40
04.07	m2 Lona PVC Lona de PVC con tecnología Lowick y 680 g/m2 de densidad.			
		79,36	3,98	315,85
04.08	h Instalación tienda Instalación completa de tienda i/lona lista para su uso.			
		4,00	17,00	68,00
TOTAL CAPÍTULO 04 Modelo 90 cartón				734,69
TOTAL.....				3.308,96



6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	Modelo 60 PVC	919,79
2	Modelo 60 cartón	736,27
3	Modelo 90 PVC	918,21
4	Modelo 90 cartón	734,69
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		3.308,96
	13,00 % Gastos generales.....	430,16
	6,00 % Beneficio industrial	198,54
SUMA DE G.G. y B.I.		628,70
	21,00 % I.V.A.	826,91
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		4.764,57
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		4.764,57

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATRO MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

En Logroño a 31 de agosto de 2019

El estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica:

Fdo.: Arturo Andrés Valdemoros